Ontario

Stratégie de mathématiques au primaire

Rapport de la table ronde des experts en mathématiques

2003

La publication du rapport de la table ronde des experts en mathématiques a été rendue possible grâce à l'aide financière du ministère de l'Éducation de l'Ontario. Ce rapport présente les conclusions des membres de la table ronde, composée d'éducateurs et de chercheurs, et ne reflète pas nécessairement les politiques ni le mandat du ministère de l'Éducation.

Ontario

103-03526/

Stratégie de mathématiques au primaire

Rapport de la table ronde des experts en mathématiques

2003

Table des matières

1 Introduction 1

2 Contexte ontarien 3

3 Enseignement et apprentissage des mathématiques 7

Caractéristiques des jeunes apprenantes et apprenants en mathématiques 7

Aspects de l'apprentissage liés au développement de l'enfant 7

Bâtir sur les connaissances intuitives et antérieures des enfants en mathématiques 9

Apprendre par l'action et la communication 10

Sommaire des caractéristiques des jeunes apprenantes et apprenants en mathématiques 11

Caractéristiques d'un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études 11

Aperçu du milieu d'apprentissage et du cadre pédagogique 12

Milieu propice à l'apprentissage 12

Cadre pédagogique propice à l'apprentissage 35

Évaluation 43

Mathématiques pour tous 51

Sommaire d'un programme de mathématiques efficace 56

4 Perfectionner et soutenir les compétences du personnel enseignant 57

Caractéristiques des modèles de perfectionnement professionnel efficaces 57

Mise en œuvre et recherche 64

Rôle des directions d'école et des autres cadres administratifs 65

Importance du leader pédagogique 68

An equivalent publication is available in English under the title *Early Math Strategy: The Report of the Expert Panel on Early Math in Ontario, 2003.*

Cette publication est postée dans le site Web du ministère de l'Éducation à l'adresse suivante : http://www.edu.gov.on.ca.

Mise en œuvre de la Stratégie de mathématiques au primaire : rétroaction et recherche 70

5 Sommaire et conclusions 75

Glossaire 81

Références 85

Les experts en mathématiques ayant participé à la table ronde

Ruth Dawson (coprésidente)	Coordonnatrice, Halton District School Board
Chris Suurtamm (coprésidente)	Professeure adjointe, Université d'Ottawa, Faculté d'éducation
Pat Barltrop	Enseignante au primaire, Toronto District School Board
Jane Bennett	Conseillère pédagogique, Halton District School Board
Ralph Connelly	Professeur, Université Brock, Faculté d'éducation
Michelle Ferreira	Conseillère pédagogique, Durham District School Board
Johanne Gaudreault	Conseillère pédagogique, Conseil scolaire de district catholique du Centre-Est
Richard Gauthier	Directeur (retraité), Direction des politiques et programmes de langue française, ministère de l'Éducation
Heather Hutzul	Enseignante du jardin d'enfants, York Catholic District School Board
Émilie Johnson	Conseillère pédagogique (retraitée), Conseil scolaire de district catholique Franco-Nord
Anna Jupp	Conseillère pédagogique, Toronto District School Board
Laurie Moher	Conseillère pédagogique, Kawartha Pine Ridge District School Board
Eric Muller	Professeur, Université Brock, Département de mathématiques
Barry Onslow	Professeur adjoint, Université Western Ontario, Faculté d'éducation
Francine Paquette	Enseignante du jardin d'enfants (retraitée), Conseil scolaire de district catholique du Centre-Est
Estelle Rondeau	Enseignante au primaire, Conseil scolaire de district catholique Franco-Nord
Demetra Saldaris	Directrice, Halton District School Board
Joanne Simmons	Conseillère pédagogique, Toronto District School Board
Lyn Vause	Conseillère pédagogique, Simcoe Muskoka Catholic District School Board
Nancy Vézina	Professeure adjointe, Université d'Ottawa, Faculté d'éducation

Les experts en mathématiques ayant présenté leurs points de vue à la table ronde

Alex Lawson (Ph. D.)	Professeure adjointe, Université Lakehead, Faculté d'éducation
Craig Featherstone	Conseiller pédagogique, Halton District School Board
Lynne Outhred (Ph. D.)	Chargée de cours principale, Macquarie University, Sydney, Australie. Rédactrice et chercheure pour le projet *Count Me In Too*, Nouvelles-Galles du Sud, Australie

1 Introduction

Sachant que les premières années de scolarisation sont cruciales pour acquérir des fondements solides relativement aux notions élémentaires en lecture et en mathématiques, le gouvernement de l'Ontario a élaboré des stratégies visant à améliorer le rendement en lecture et en mathématiques chez les enfants de la maternelle à la 3e année. En mai 2002, le gouvernement de l'Ontario a annoncé qu'il dépenserait 25 millions de dollars pour élargir la Stratégie de lecture au primaire, adoptée un an auparavant, et pour élaborer la Stratégie de mathématiques au primaire afin d'aider les élèves à améliorer leur compréhension des notions élémentaires de mathématiques et à commencer à acquérir les habiletés mathématiques qui sont indispensables au XXIe siècle.

La réussite en mathématiques dans les premières années d'études est d'une importance capitale. La compréhension des mathématiques acquise durant ces premières années a des répercussions importantes sur la maîtrise des mathématiques au cours des années d'études qui suivent. Dans leur *Rapport final de l'étude sur la petite enfance*, McCain et Mustard ont déclaré : « Nous savons maintenant que, dans la petite enfance, l'être humain acquiert une bonne partie des fondements cognitifs des mathématiques » (1999, p. 11). Une attitude positive à l'égard des mathématiques ainsi qu'une compréhension des concepts clés et des habiletés mathématiques doivent être développées dès les premières années d'études. Le personnel enseignant des premières années d'études joue à cet égard un rôle très influent et très important.

Les recherches et l'expérience ont montré que la meilleure façon d'améliorer le rendement des élèves est de travailler de façon soutenue avec le personnel enseignant en fonction de la matière à enseigner et d'établir des cibles d'amélioration s'appliquant à l'apprentissage des élèves.

Dans le cadre de la nouvelle stratégie du gouvernement de l'Ontario, des experts dans le domaine de l'apprentissage et de l'enseignement des mathématiques dans les premières années d'études se sont réunis en table ronde afin de fournir des renseignements et des conseils sur la meilleure façon d'appuyer le personnel enseignant et les élèves. Il s'agissait d'enseignantes et d'enseignants spécialisés et de chercheurs venant des systèmes d'éducation de langue française et de langue anglaise de toutes les régions de la province. Ces spécialistes et ces chercheurs ont fait le point sur les connaissances actuelles qui découlent des recherches effectuées sur l'enseignement efficace des mathématiques; ils ont déterminé

les composantes clés d'un programme de mathématiques efficace et les stratégies pour une mise en œuvre fructueuse d'un tel programme. Ils ont atteint un consensus sur les composantes clés de l'éducation en mathématiques.

Ils ont examiné les recherches et ont discuté des pratiques exemplaires dans le domaine de l'enseignement des mathématiques dans les premières années d'études. Ils ont ainsi concentré toute leur attention sur l'enseignement des mathématiques aux jeunes enfants, ce qui constitue un premier pas des plus importants dans ce domaine. Le présent rapport résume les conclusions et les recommandations de la table ronde des experts en mathématiques.

2 Contexte ontarien

Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année fournit un cadre d'apprentissage pour tous les élèves des écoles élémentaires de langue française et de langue anglaise qui sont financées par les fonds publics. Il énonce les connaissances et les habiletés que les élèves devraient avoir acquises au terme de chaque année d'études. Pour déterminer dans quelle mesure les élèves satisfont aux attentes, on évalue chaque année, à l'échelle de la province, le rendement des élèves de 3e et de 6e année en lecture, en écriture et en mathématiques.

Le curriculum actuel en mathématiques (*Jardin d'enfants, 1998; Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Mathématiques, 1997*) couvre une vaste gamme de connaissances et d'habiletés. Le curriculum de la 1re à la 8e année décrit les connaissances et les habiletés exigées pour chaque année d'études et les relie aux descripteurs des niveaux de rendement, à savoir les différents niveaux de réalisation des attentes du curriculum. On s'est ainsi assuré de l'uniformité des attentes dans toute la province, ce qui facilite l'évaluation au moyen de tests à l'échelle de la province. La grille d'évaluation du curriculum comprend quatre niveaux de rendement; le niveau 3 constitue la norme provinciale. Le programme-cadre de mathématiques comprend cinq domaines d'étude : numération et sens du nombre, mesure, géométrie et sens de l'espace, modélisation et algèbre, et traitement des données et probabilité.

Les évaluations annuelles sont effectuées à l'échelle de la province par l'Office de la qualité et de la responsabilité en éducation (OQRE). Les résultats sont compilés en fonction des écoles, des conseils scolaires et pour l'ensemble du système d'éducation. Au cours des cinq années allant de 1997–1998 à 2001–2002, les résultats pour l'ensemble du système d'éducation montrent que, même si la tendance indique des progrès, un pourcentage important d'élèves n'atteint pas la norme provinciale. Il est donc important d'améliorer l'apprentissage des mathématiques pour tous les élèves.

Résultats des tests provinciaux de 3e année – Mathématiques

Pourcentage d'élèves ayant obtenu le niveau 3 ou 4 aux tests provinciaux de 3e année de l'OQRE

	1997–1998	1998–1999	1999–2000	2000–2001	2001–2002
Conseils scolaires de langue française	35	39	41	40	47

Devant ces résultats, le gouvernement a décidé de mettre en œuvre la Stratégie de mathématiques au primaire, comme il avait fait pour la Stratégie de lecture au primaire. Cette initiative a deux objectifs complémentaires :

- *renforcer la responsabilité des conseils scolaires et des écoles relativement à l'amélioration du rendement des élèves par l'établissement de cibles d'amélioration;*

- *fournir des mesures de soutien ciblées pour aider le personnel enseignant et la direction des écoles élémentaires ainsi que les conseils scolaires à travailler ensemble en vue de recourir de façon constante à des pratiques efficaces d'enseignement et d'évaluation en classe afin d'appuyer l'apprentissage des élèves.*

Les mesures de soutien élaborées pour la Stratégie de mathématiques au primaire sont fondées sur la conviction, confirmée par des recherches, que la connaissance que le personnel enseignant a de la matière ainsi que les compétences qu'il démontre en classe sont les éléments qui influent le plus sur l'apprentissage des élèves. Le ministère de l'Éducation appuie la stratégie de mathématiques par le biais d'initiatives diverses, notamment les initiatives suivantes :

- *Une table ronde rassemblant des experts en mathématiques a été constituée et a été chargée d'examiner les recherches et les pratiques exemplaires touchant à l'enseignement et à l'apprentissage des mathématiques dans les premières années d'études, et de transmettre ses conclusions dans un rapport, à savoir le présent rapport.*

- *Des ressources didactiques pour l'apprentissage des mathématiques au primaire seront mises à la disposition des élèves dans les classes.*

- *Une formation en profondeur sera fournie aux leaders pédagogiques (« enseignantes et enseignants responsables ») afin d'assurer une mise en œuvre uniforme de la stratégie à l'échelle de la province.*

- *Des ressources en matière de formation seront fournies à tout le personnel enseignant du palier élémentaire pour l'aider à déterminer et à utiliser des pratiques d'enseignement et des stratégies d'évaluation efficaces.*

- *Les parents recevront un guide sur les façons dont ils peuvent aider leurs enfants à apprendre les mathématiques.*

- *À compter de 2003-2004, les conseils scolaires seront tenus d'établir des cibles d'amélioration du rendement des élèves de 3e année en mathématiques.*

Il est obligatoire d'établir des cibles d'amélioration depuis 2001 dans le cadre de la Stratégie de lecture au primaire et il faudra faire de même à compter de 2003–2004 dans le cadre de la Stratégie de mathématiques au primaire. Les conseils scolaires et les écoles établiront des cibles triennales d'amélioration, élaboreront des plans pour atteindre ces cibles et rendront compte à leur collectivité et au ministère de leurs résultats. Ils mesureront leur degré de réussite par rapport à leurs cibles et, au besoin, modifieront et amélioreront leurs plans en se fondant sur les données recueillies par l'école et sur celles tirées de l'évaluation du rendement des élèves de 3e année en mathématiques effectuée par l'OQRE.

Les premières années d'études en mathématiques sont cruciales à la réussite future de tous les élèves. Les écoles de langue française font face à des difficultés additionnelles étant donné que, dans plusieurs régions, elles évoluent au sein d'une minorité linguistique. Par exemple, puisqu'un certain nombre d'élèves fréquentant ces écoles n'ont pas de fondements suffisants en français, ces lacunes linguistiques ont une incidence sur la façon dont ils apprennent les mathématiques pendant les premières années d'études et sur les stratégies d'enseignement qui sont utilisées. D'après les résultats, nettement supérieurs, obtenus par les élèves des écoles de langue française aux tests de 6e année de l'OQRE, l'amélioration de leurs compétences linguistiques pourrait avoir un effet positif sur leur apprentissage des mathématiques. Cette question sera traitée ultérieurement dans le présent rapport, plus précisément dans les sections qui portent sur les caractéristiques des jeunes apprenantes et apprenants en mathématiques et sur le cadre pédagogique.

3 Enseignement et apprentissage des mathématiques

Toute discussion sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques dans les premières années d'études doit tenir compte de plusieurs éléments importants. Dans le présent rapport, ces éléments sont présentés selon deux composantes principales : les **caractéristiques des jeunes apprenantes et apprenants en mathématiques** et les **caractéristiques d'un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études**. L'examen d'un programme de mathématiques efficace tiendra compte des éléments suivants : un **milieu propice à l'apprentissage** des mathématiques dans les premières années d'études, le **cadre pédagogique**, le rôle de l'**évaluation** et les approches pour assurer l'apprentissage des **mathématiques pour tous** les élèves.

Caractéristiques des jeunes apprenantes et apprenants en mathématiques

Lorsqu'on enseigne aux jeunes élèves qui apprennent les mathématiques, il faut tenir compte de nombreux éléments, notamment reconnaître les aspects de l'apprentissage qui sont liés au développement de l'enfant, s'appuyer sur la compréhension des mathématiques que possèdent déjà les enfants et reconnaitre que les enfants apprennent surtout les mathématiques par **« l'action, la communication, la réflexion, la discussion, l'observation, la recherche, l'écoute et le raisonnement » (Copley, 2000, p. 29, *traduction libre*)**.

Aspects de l'apprentissage liés au développement de l'enfant

Les recherches effectuées dans divers milieux culturels et auprès de divers groupes socioéconomiques indiquent que les enfants passent par des étapes de développement conceptuel qui sont définissables (Clements, 1999). Plusieurs chercheurs ont établi des continuums qui indiquent certains des jalons de développement que les enfants traversent durant leur acquisition des divers concepts dans certains domaines des mathématiques (Clarke et Clarke, 2002; Clements et Sarama, 2000; Griffin, Case et Siegler, 1994). Les chercheurs n'ont pas encore établi un continuum sur lequel tous puissent s'entendre, en raison de la complexité et de la multiplicité des concepts mathématiques. Cependant, ils s'entendent pour dire que les enfants traversent diverses étapes de développement en mathématiques. En outre, il existe des différences individuelles considérables entre les enfants, différences dont il faut tenir compte si l'on veut créer un milieu des plus propices

à l'apprentissage. Pour que les processus d'enseignement et d'apprentissage soient fructueux, il importe que l'on reconnaisse la compréhension conceptuelle des mathématiques acquise antérieurement par les enfants. Les enfants doivent être initiés aux concepts mathématiques de manière appropriée, au moment opportun et avec une approche adaptée à leur développement.

Par « adaptée à leur développement », on veut dire une approche exigeante mais réalisable pour la plupart des enfants d'un groupe d'âge donné, assez souple pour répondre aux différences individuelles inévitables et, surtout, compatible avec les façons de penser et d'apprendre des enfants. (Clements, Sarama et DiBiase, sous presse,* traduction libre*)

Par conséquent, les enseignantes et enseignants doivent reconnaître le niveau de développement cognitif, linguistique, physique et socio-affectif des enfants. L'apprentissage le plus efficace se produit lorsqu'on tient compte de ces aspects du développement des enfants. Cela veut dire que les enfants doivent avoir la capacité cognitive d'entreprendre la tâche mathématique qu'on leur présente; la capacité de comprendre la langue d'enseignement; un contrôle de la motricité fine suffisant pour terminer la tâche demandée; et la maturité affective voulue pour faire face aux exigences de la tâche sans que la frustration ne vienne entraver la situation d'apprentissage (Sophian, sous presse).

Les écoles de langue française ont mis en œuvre deux programmes, appelés Actualisation linguistique en français et Perfectionnement du français, qui répondent aux besoins de certains enfants qui doivent acquérir les compétences linguistiques qui leur sont nécessaires pour réaliser les attentes du curriculum. Les enseignantes et enseignants ont un rôle de premier plan à jouer à cette étape critique du développement linguistique; il leur faut créer, dans la classe, un milieu propice à l'apprentissage et utiliser des stratégies d'enseignement qui permettent aux enfants d'apprendre la langue et de développer une attitude positive à l'égard des mathématiques.

Les enseignantes et enseignants devraient tenir compte des niveaux de conceptualisation et de développement de leurs élèves, ce qui leur fournira les lignes directrices générales pour favoriser l'acquisition par les enfants des concepts mathématiques. Les enseignantes et enseignants ont besoin d'appui quant à la façon d'organiser le curriculum de manière à consacrer plus de temps aux concepts mathématiques importants et de manière à relier ces concepts aux niveaux de développement de leurs élèves.

Bâtir sur les connaissances intuitives et antérieures des enfants en mathématiques

Les enfants arrivent à l'école dotés d'antécédents divers, d'expériences variées et d'une meilleure connaissance des mathématiques que l'on ne croyait auparavant, et cela quelle que soit leur situation socioéconomique (Ginsburg et Seo, sous presse). Les enfants peuvent ne pas communiquer immédiatement ce qu'ils comprennent, mais les recherches sur les premières étapes de l'apprentissage indiquent que les enfants entament le processus d'interprétation de leur monde dès la petite enfance, ce qui comprend l'interprétation mathématique du monde (National Association for the Education of Young Children [NAEYC], 2002; Wright, Martland et Stafford, 2000). **Les jeunes enfants éprouvent une curiosité naturelle à l'égard des mathématiques. Les enseignantes et enseignants peuvent profiter de cette curiosité pour aider leurs élèves à développer les attitudes positives qui découlent souvent de la satisfaction de comprendre une matière et d'en saisir le sens.** Selon les recherches effectuées, lorsque les jeunes enfants se servent des mathématiques pour explorer leur monde, ils peuvent atteindre un niveau assez complexe et subtil de compréhension (Ginsburg et Seo, sous presse). Cette compréhension initiale a des répercussions importantes sur la façon dont l'enfant pourra assimiler et intégrer de nouvelles connaissances (Bredekamp et Rosegrant, 1995).

Les enfants sont influencés par les contextes culturels et linguistiques dans leur compréhension des mathématiques. Il importe de reconnaître et de valoriser les antécédents linguistique, culturel et social des enfants, car de ces antécédents découlent des façons particulières d'apprendre et cela mène à des connaissances variées chez les enfants. Les recherches montrent que tous les enfants, quel que soit leur milieu culturel ou socioéconomique, passent par différentes étapes de développement conceptuel. Même si l'âge auquel certains enfants traversent ces étapes peut varier considérablement selon leurs expériences antérieures, la séquence demeure toutefois assez uniforme (Bredekamp, Bailey et Sadler, 2000; Clements, 1999; Ginsburg et Seo, 2000).

Le bagage mathématique avec lequel les enfants arrivent à l'école devrait être reconnu et utilisé en classe. Les recherches signalent que l'une des difficultés associées à l'amélioration de l'enseignement des mathématiques dans les premières années d'études s'explique par le fait que les enseignantes et enseignants ont tendance à sous-estimer les capacités des jeunes enfants en mathématiques et ne possèdent peut-être pas les connaissances nécessaires pour cibler les expériences importantes en mathématiques (Sarama et DiBiase, sous presse; Sophian, sous presse). Par exemple, les enseignantes et enseignants ne se rendent pas toujours compte qu'il est tout aussi important de bien

comprendre la valeur quantitative des nombres que de reconnaître les chiffres et de pouvoir compter.

Il importe que les enfants se rendent compte que les mathématiques ont du sens, ce qu'ils peuvent faire si les mathématiques qu'ils apprennent à l'école ont des liens avec leur sens intuitif des mathématiques et avec la compréhension des mathématiques qu'ils apportent en classe. Bien souvent les élèves ont l'impression que les mathématiques enseignées à l'école sont différentes de celles qu'ils connaissent et utilisent à l'extérieur de l'école.

> Paul Cobb (cité dans Yackel, 2001) donne un exemple d'une telle situation. Il a fait des entrevues portant sur les mathématiques avec des élèves de 1re et de 2e année et leur a demandé : « As-tu une façon de savoir ce que font 16 + 9? »
>
> Les enfants ont utilisé toute une gamme de méthodes, y compris compter, pour résoudre le problème. La plupart d'entre eux ont été capables d'arriver à la réponse de 25. Plus tard, on a donné aux élèves le même problème inscrit dans une page typique d'un cahier scolaire, sous forme verticale, avec des instructions au haut de la page sur l'algorithme utilisé en Amérique du Nord pour les additions avec retenues.
>
> Cette fois, de nombreux enfants ont essayé d'utiliser la méthode scolaire d'algorithme avec retenues. Alors qu'ils avaient auparavant donné la bonne réponse à ce problème, certains avaient maintenant des erreurs. Les erreurs qu'ils avaient faites étaient des fautes familières au personnel enseignant du primaire, avec des réponses comme 15 ou 115. Lorsque Cobb a discuté de la réponse de 15 donnée par une élève et qu'il lui a demandé si sa réponse originale de 25 pouvait être aussi valable que la nouvelle réponse de 15, celle-ci lui a répondu que, si elle comptait des biscuits, 25 serait la bonne réponse, mais que, à l'école, 15 serait la bonne réponse. (Lawson, 2002, *traduction libre*)

La compréhension des mathématiques que les enfants ont acquise auparavant devrait être reconnue, développée et reliée aux mathématiques scolaires.

Apprendre par l'action et la communication

> L'enfant invente sa connaissance des mathématiques en jouant avec des objets; donc, des expériences directes et concrètes avec de nombreux objets adaptés au niveau de développement de l'enfant sont essentielles à la formation de concepts exacts. (Maxim, 1989, p. 36, *traduction libre*)

Les jeunes enfants apprennent en faisant, en parlant et en réfléchissant à leurs actions. Ils construisent leur propre connaissance des mathématiques en se servant de matériel concret et de situations naturelles (Piaget, 1973). Lorsque les élèves ont l'occasion de

résoudre activement des problèmes, ils développent de multiples canaux sensoriels dans leur cerveau (McCain et Mustard, 1999). En fait, Ginsburg et Seo (sous presse) suggèrent que les enfants d'âge préscolaire participent à de nombreux jeux liés aux mathématiques. Ces jeux mathématiques comprendraient l'exploration des formes et des régularités, la comparaison d'objets selon leur taille et le développement du sens du nombre.

À mesure que l'enfant grandit, les jeux liés aux mathématiques prennent la forme de résolution de problèmes et les enfants résolvent des problèmes en créant des modèles et en utilisant ceux-ci pour communiquer ce qu'ils ont compris. Dans leur étude, Carpenter, Ansell, Franke, Fennema et Weisbeck (1993) déclarent :

> Si nous pouvions aider les enfants à mettre à profit et à renforcer leur capacité intuitive de créer des modèles, une capacité qu'ils appliquent aux problèmes de base dès le plus jeune âge, nous aurions fait un grand pas pour aider les enfants du primaire à développer leur aptitude à résoudre des problèmes. En outre, la création de modèles fournit un cadre dans lequel la résolution de problèmes devient une activité qui a un sens. (p. 440, *traduction libre*)

Sommaire des caractéristiques des jeunes apprenantes et apprenants en mathématiques

Les enfants arrivent à l'école dotés d'une compréhension intuitive des mathématiques. Les enseignantes et enseignants devraient établir des liens avec cette compréhension intuitive et en tirer parti. Cela peut se faire en proposant des expériences qui permettent aux élèves d'explorer les mathématiques et de communiquer leurs explorations dans un dialogue pertinent avec l'enseignante ou l'enseignant et leurs camarades de classe. De plus, les activités que le personnel enseignant propose devraient être adaptées aux étapes de développement que traversent leurs élèves.

Caractéristiques d'un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études

Un programme de mathématiques efficace comporte de nombreux éléments qui devraient être bien intégrés. L'intégration de ces éléments fait qu'il est difficile de les isoler pour en discuter. Cependant, il semble que l'étude des éléments suivants permet de traiter, de façon exhaustive, de la question complexe de l'apprentissage des mathématiques dans les premières années d'études : le milieu d'apprentissage, le cadre pédagogique, l'évaluation et les mathématiques pour tous les élèves.

Aperçu du milieu d'apprentissage et du cadre pédagogique

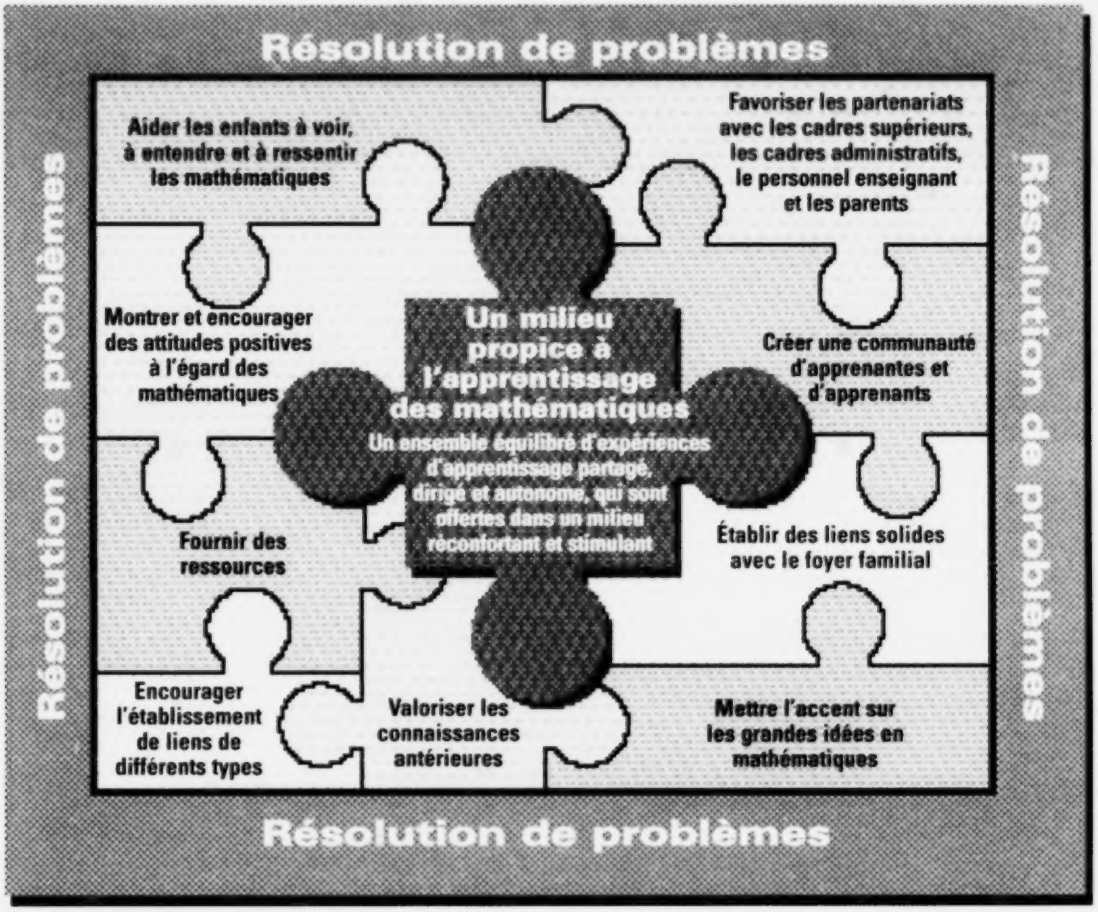
Pour que l'enseignement des mathématiques soit efficace, il faut un milieu ou un contexte propice à l'apprentissage ainsi qu'un programme d'enseignement et d'évaluation bien conçu. Ces deux éléments doivent aller de pair; ils ne sont d'ailleurs pas nettement distincts.
Le **milieu d'apprentissage des mathématiques** comporte de nombreux éléments qui seront abordés en détail dans la section suivante. Comme on peut le voir dans l'illustration ci-contre, ces éléments s'assemblent comme les pièces d'un casse-tête, et l'environnement qui en résulte favorise l'apprentissage. Un **cadre pédagogique propice à l'apprentissage** comprend des possibilités d'apprentissage dirigé, d'apprentissage partagé et d'apprentissage autonome des mathématiques. Ce cadre équilibré sera abordé plus loin.

Milieu propice à l'apprentissage

Un milieu propice à l'apprentissage des mathématiques est un milieu qui :

- *favorise des perceptions et des attitudes positives à l'égard des mathématiques;*
- *valorise les connaissances acquises antérieurement par l'enfant;*
- *établit des liens entre ces connaissances, le monde de l'enfant, les domaines d'étude des mathématiques et les démarches en mathématiques;*
- *encourage la création d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques;*
- *met l'accent sur les concepts importants ou les grandes idées en mathématiques;*
- *explore les concepts au moyen de la résolution de problèmes;*
- *comprend des ressources didactiques variées;*
- *est appuyé par le rôle important que jouent les enseignantes et enseignants, la direction d'école et les cadres supérieurs;*
- *est appuyé par le foyer familial.*

Le milieu d'apprentissage est une communauté d'apprenantes et d'apprenants qui ont l'impression que leurs connaissances et leurs réflexions sont valorisées, qui se sentent assez en sécurité pour prendre des risques lorsqu'ils essaient de résoudre des problèmes et qui peuvent parler ouvertement de leur compréhension des mathématiques.



Établissement de perceptions et d'attitudes positives à l'égard des mathématiques

Lorsqu'on discute des perceptions et des attitudes à l'égard des mathématiques, il est important de tenir compte des perceptions et des attitudes des enfants aussi bien que de celles des enseignantes et enseignants. Bien sûr, d'autres intervenants dans le processus d'apprentissage, comme la direction d'école et les parents, ont une influence sur les attitudes des enfants à l'égard des mathématiques. Cependant, les sentiments et les attitudes des enfants et des enseignantes et enseignants à l'égard des mathématiques ont un effet direct sur l'enseignement et sur l'apprentissage.

De nombreuses études ont fourni des données indiquant qu'il existe une corrélation positive entre les attitudes et le rendement en mathématiques (Dossey, Mullis, Lindquist et Chambers, 1998).

Le fait de réussir en mathématiques développe chez les enfants des attitudes positives et la confiance en soi. Les études de Mason, Burton et Stacey (1982) et de Lawler (1981) ont fait état des attitudes et des réactions positives que les enfants ont lorsqu'ils saisissent

pour la première fois un concept et qu'ils établissent de nouveaux liens. Les enfants qui établissent ainsi des liens ont davantage confiance en leur capacité en mathématiques et développent des attitudes positives à l'égard de cette matière, ce qui les encourage à pousser plus loin leur exploration et à faire d'autres découvertes.

Les enseignantes et enseignants ont une influence fondamentale sur les attitudes de leurs élèves à l'égard des mathématiques; en effet, ceux qui comprennent et aiment les mathématiques offrent généralement à leurs élèves des expériences d'apprentissage positives. Les enseignantes et enseignants peuvent faciliter l'expression de qualités comme la curiosité, la créativité, l'enthousiasme, la souplesse et la persévérance. Ces caractéristiques sont propices à l'établissement d'attitudes positives à l'égard des mathématiques et contribuent d'une façon durable à l'enthousiasme des élèves, à leur confiance en soi et à leur réussite dans cette matière. Par contre, les enseignantes et enseignants qui éprouvent de la réticence à l'égard des mathématiques, soit parce qu'ils ont du mal à maîtriser cette matière ou parce qu'elle leur semble abstraite ou confuse, communiqueront vraisemblablement ce sentiment négatif à leurs élèves (Clements et coll., sous presse).

Valorisation des connaissances antérieures et établissement de liens

Un milieu propice à l'apprentissage valorise les connaissances que l'élève apporte en classe. Il importe de reconnaître et de valoriser les capacités et les connaissances que possèdent les jeunes enfants. Les enseignantes et enseignants devraient établir des liens entre les notions mathématiques enseignées et les notions que les élèves connaissent et comprennent déjà. Ginsburg et Baron (1993) ont constaté que :

> Les jeunes enfants arrivent à l'école avec une curiosité naturelle pour les faits quantitatifs et certaines habiletés informelles, mais puissantes, de résolution de problèmes. Ces enfants ont déjà construit des notions mathématiques intuitives. Il nous appartient d'utiliser l'environnement physique et social de l'enfant comme un tremplin de motivation pour pousser plus loin le raisonnement quantitatif et la résolution de problèmes. Les recherches sur la capacité cognitive des enfants révèlent une aptitude innée chez tous les enfants à apprendre les mathématiques; il nous incombe de guider leur utilisation de ces habiletés informelles pour qu'ils puissent construire des notions de base en mathématiques qui sont justes. (p. xii, *traduction libre*)

Un enseignement favorisant l'apprentissage des mathématiques commence en faisant appel à la réflexion mathématique des enfants, en leur donnant assez de temps pour résoudre les problèmes et en tirant parti de toute activité quotidienne reliée aux mathématiques tout en planifiant l'apprentissage. Cependant, les

enseignantes et enseignants ont besoin de stratégies pour les aider à évaluer les connaissances et les processus en mathématiques acquis auparavant par l'enfant afin d'orienter leur enseignement. Ces stratégies d'évaluation comprennent les conférences, les entrevues et l'observation des enfants pendant qu'ils travaillent et qu'ils parlent. Le personnel enseignant devrait aussi connaître le curriculum qui a été enseigné l'année précédente et celui qui sera enseigné l'année suivante.

> Le lien le plus important à établir pour l'apprentissage des mathématiques durant les premières années d'études est le lien entre les mathématiques intuitives et informelles que les élèves ont apprises par leurs propres expériences et les mathématiques qu'ils apprennent à l'école. Tous les autres liens – entre un concept mathématique et un autre, entre les différents domaines en mathématiques, entre les mathématiques et les autres domaines du savoir, et entre les mathématiques et la vie quotidienne – s'appuient sur le lien entre les expériences informelles des élèves et les mathématiques plus structurées. (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000, p. 132, *traduction libre*)

Les élèves ne commencent pas l'école en percevant les mathématiques comme une matière isolée. Les mathématiques font partie intégrante de leur monde. Du point de vue des jeunes enfants, le monde qui les entoure n'est pas divisé en différentes matières comme les mathématiques ou la lecture (Basile, 1999). Comme les expériences que vivent les enfants sont beaucoup plus globales dans leur essence, ils peuvent faire l'expérience de certains concepts mathématiques au moyen de problèmes et de situations auxquels les gens font face dans la vie quotidienne (Brandt, 1991; Lataille-Démoré, 1996). Les enfants apprendront à valoriser les mathématiques grâce à des activités qui les aident à établir des liens entre les concepts mathématiques et entre les mathématiques et d'autres domaines du savoir (House, 1990; Pallascio, 1990). Les activités de mathématiques devraient avoir un contenu et une profondeur mathématiques authentiques et doivent aider les enfants à progresser dans leur compréhension des mathématiques.

Les mathématiques pour les jeunes enfants devraient être un tout intégré. Les liens – entre les sujets, entre les mathématiques et les autres matières, et entre les mathématiques et la vie quotidienne – devraient imprégner les expériences en mathématiques des enfants. (Clements et coll., sous presse, traduction libre)

En résumé, un enseignement efficace des mathématiques durant les premières années d'études établit des liens avec les connaissances antérieures, entre les divers domaines d'étude des mathématiques, avec le monde réel et avec d'autres disciplines.

Création d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques

L'interaction sociale est un des aspects les plus importants du fait d'être un mathématicien. Une classe de mathématiques, surtout une classe qui considère les élèves comme des mathématiciens en herbe, devrait prévoir des occasions d'interaction sociale (Kamii, 1985). Un sentiment d'appartenance à une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques peut se développer lorsque les enseignantes et enseignants conçoivent des activités et des regroupements d'élèves qui favorisent le partage intellectuel et valorisent les différentes façons de résoudre un problème. De cette façon, les élèves peuvent tirer parti des connaissances de chacun au moyen de démonstrations, de modèles et de questionnements. Lorsque les enfants sont libres de parler, ils peuvent explorer des concepts, voir leurs concepts contestés et prendre leurs propres décisions relativement à leur apprentissage. La communauté de la classe doit valoriser ces possibilités; les enseignantes et enseignants peuvent favoriser la création d'une communauté en guidant de telles interactions et en facilitant la façon dont elles peuvent se produire. En outre, le milieu d'apprentissage doit faire sentir aux élèves qu'ils sont en sécurité et qu'ils peuvent prendre des risques.

Dans une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques, les élèves :

- *voient, entendent et ressentent les mathématiques;*
- *apprennent les mathématiques par l'action et la communication;*
- *ont assez de temps pour résoudre les problèmes et pour échanger entre eux;*
- *sont actifs et enthousiastes quand il s'agit d'apprendre les mathématiques.*

Mettre l'accent sur les concepts importants ou les grandes idées en mathématiques

> De nombreuses études indiquent que les enfants de divers milieux peuvent apprendre les mathématiques si les concepts sont organisés en grands blocs cohérents et si on leur donne assez d'occasions et de temps pour comprendre chaque domaine en profondeur (...) Les pays qui ont réussi choisissent des concepts essentiels pour chaque année d'études et y consacrent assez de temps pour que les élèves puissent acquérir une compréhension et une maîtrise de base de ces concepts. Ils ne reprennent pas les mêmes concepts pour les réviser l'année suivante; ils passent à de nouveaux concepts. (Fuson, sous presse, *traduction libre*)

Les programmes de mathématiques qui sont efficaces offrent aux enfants des occasions d'avoir une interaction profonde et soutenue avec des idées clés en mathématiques. Un curriculum est plus qu'un ensemble d'activités : il doit être cohérent, il doit être axé sur des concepts mathématiques importants et il doit être bien articulé d'une année d'études à une autre. Un programme efficace met l'accent sur un certain nombre de domaines clés au lieu de tenter d'aborder tous les concepts et toutes les compétences en leur donnant la même importance (NCTM, 2000). Les enfants comprennent mieux lorsqu'ils abordent les concepts en profondeur et dans un ordre logique. Cette profondeur et cette cohérence permettent aux enfants d'acquérir et de construire leur connaissance des mathématiques, de la mettre à l'épreuve et d'y réfléchir. Par conséquent, les enseignantes et enseignants doivent avoir une bonne compréhension des concepts mathématiques clés et ils devraient aussi avoir exploré eux-mêmes ces concepts en profondeur. Il faut aider les élèves à considérer les mathématiques comme un tout intégré, et non comme un ramassis de connaissances fragmentées (Van de Walle, 2001). **L'enseignement axé sur les grandes idées, ou les concepts clés, permet aux élèves d'établir des liens pour éviter qu'ils ne considèrent les mathématiques comme un ensemble d'idées isolées.**

Enseignement par la résolution de problèmes

La résolution de problèmes et le raisonnement sont des éléments fondamentaux de l'apprentissage des mathématiques. Les élèves apprennent les mathématiques après avoir exploré des problèmes pertinents et stimulants et qui présentent des défis intéressants. La résolution de problèmes aide à appuyer les processus essentiels comme l'utilisation de la représentation, de la communication et des liens entre les idées mathématiques (Kilpatrick, Swafford et Findell, 2001; NAEYC, 2002; National Research Council, 1989; NCTM, 2000). En outre, les enfants parviennent à comprendre les concepts mathématiques et à acquérir des habiletés de résolution de problèmes en résolvant des problèmes, plutôt qu'en recevant un enseignement explicite (Hiebert et coll., 1997). Le rôle du personnel enseignant est de concevoir des problèmes et de présenter des situations qui établissent le cadre dans lequel le processus de résolution de problèmes peut se dérouler. De nombreux rapports internationaux d'importance ont confirmé que les enseignantes et enseignants devraient axer leur enseignement sur la résolution de problèmes et le raisonnement (Bowman, Donovan et Burns, 2001; Bredekamp et Copple, 1997; Kilpatrick et coll., 2001; NCTM, 2000; Pallascio, 1990).

La résolution de problèmes est plus qu'une application des habiletés. La résolution de problèmes en classe se déroule habituellement ainsi : l'enseignante ou l'enseignant présente le problème, les élèves explorent la question et trouvent une solution, l'enseignante ou l'enseignant et les élèves font ensuite une mise en commun et réfléchissent ensemble. À la première étape, lorsque l'enseignante ou l'enseignant présente le problème, il peut clarifier la formulation ou le contexte, allouer du temps pour que les élèves puissent poser des questions et obtenir de plus amples renseignements, ou il peut demander aux élèves de reformuler le problème dans leurs propres mots. Durant l'étape d'exploration et de résolution, l'enseignante ou l'enseignant appuie les efforts des élèves, mais évite de leur offrir une aide superflue. Les élèves résolvent le problème en s'en rapportant à ce qu'ils connaissent, en explorant des idées et en acquérant de nouvelles connaissances et une meilleure compréhension. L'enseignante ou l'enseignant est présent pour répondre aux questions des élèves et il profite de l'occasion pour observer et évaluer. Durant l'étape de la mise en commun et de la réflexion, l'enseignante ou l'enseignant facilite les échanges en classe sur les solutions et les stratégies. Il peut aussi mettre l'accent sur la communication en invitant les élèves à justifier leurs solutions et à expliquer leurs stratégies. L'enseignante ou l'enseignant guide les élèves pour les aider à voir les liens entre ce problème et d'autres problèmes ou d'autres situations, ainsi que pour les aider à comprendre le concept mathématique qui a été exploré.

Les enseignantes et enseignants devraient reconnaître que les processus de résolution de problèmes s'acquièrent avec le temps et que ceux-ci peuvent être améliorés considérablement si des pratiques d'enseignement efficaces sont utilisées. Les activités de résolution de problèmes permettent aux enseignantes et enseignants de mieux connaître leurs élèves, car, lorsque ceux-ci s'emploient à résoudre un problème, les enseignantes et enseignants ont un aperçu de leur réflexion mathématique. Il faut toutefois que les problèmes soient bien conçus et qu'ils offrent des défis intéressants; il ne doit pas s'agir de problèmes n'ayant qu'une réponse possible qui est facile à trouver. Il faut vraiment que les élèves puissent suivre le processus de résolution de problèmes. Il leur faudra peut-être faire beaucoup d'efforts et faire preuve de persévérance, mais cela leur permettra de comprendre et leur donnera confiance en eux-mêmes. Fennema et ses collaborateurs (1996) ont constaté que, lorsque les enseignantes et enseignants utilisaient la résolution de problèmes pour enseigner, cela leur permettait de mieux connaître les multiples façons dont les enfants tentent de résoudre des problèmes et cela permettait aux élèves d'en apprendre davantage et d'acquérir une plus grande confiance dans leur aptitude à résoudre des problèmes. La connaissance que le personnel enseignant acquiert ainsi l'aide à adapter et à améliorer son enseignement.

Il est important que le processus de résolution de problèmes soit soutenu. Cela ne veut pas dire qu'il faut enseigner des stratégies particulières ou que les élèves doivent classer les problèmes par catégories ou selon la façon de les aborder. Cela veut plutôt dire qu'il faut partager les solutions que les élèves apportent au problème et en discuter afin que les élèves puissent envisager différentes approches à la résolution d'un problème. Il n'y a pas nécessairement une seule bonne façon de résoudre un problème, mais certaines stratégies sont plus efficaces que d'autres.

Les enfants n'ont pas besoin qu'on leur enseigne qu'une stratégie particulière convient à un type particulier de problème. Si on leur en donne l'occasion et si on les y encourage, les enfants élaborent eux-mêmes les stratégies adaptées aux démarches ou aux relations inhérentes à un problème. (Carpenter et Fennema, 1999, p. 3,* traduction libre*)

Bien sûr, les problèmes doivent avoir un sens pour les enfants. Selon les recherches de Clements (2000, 2001), plus l'enfant est jeune, plus il importe que le processus de résolution de problèmes mathématiques se déroule dans un contexte plaisant et au moyen de projets intéressants. Les problèmes doivent être significatifs sur le plan mathématique et contextuel. La résolution de problèmes ne doit pas être perçue comme une activité spéciale mais comme un processus inhérent à une classe de mathématiques.

Établissement de liens solides avec le foyer familial

Les parents, le personnel enseignant et les enfants sont des partenaires dans le processus d'apprentissage. D'innombrables études ont clairement démontré que, lorsque les parents participent activement à l'éducation de leurs enfants, ces derniers réussissent mieux à l'école (Epstein, 1991; Henderson, 1988; Henderson et Berla, 1994). Les enfants dont les parents s'intéressent à leur éducation sont plus susceptibles de parler de ce qu'ils apprennent à l'école (Clark, 1983), de développer des attitudes positives à l'égard des mathématiques (Glass, 1977; Hayes, Cunningham et Robinson, 1977) et de demander l'aide de leurs parents.

Le personnel enseignant et les parents devraient apprendre ensemble et travailler ensemble pour appuyer le cheminement éducationnel de l'enfant. Le partenariat entre l'école et le foyer familial aide les parents à comprendre l'apprentissage que font leurs enfants. Les enseignantes et enseignants peuvent discuter des stratégies efficaces en mathématiques avec les parents, qui peuvent alors mieux comprendre comment leurs enfants apprennent et avoir davantage confiance en eux dans leurs rapports avec leurs enfants. De plus, si on aide les parents à comprendre le contenu et la pédagogie de

l'apprentissage et de l'enseignement des mathématiques d'aujourd'hui, ils sont mieux en mesure d'appuyer le développement et l'épanouissement de leurs enfants. Les enfants verront que les parents et le personnel enseignant s'entendent sur les méthodes de faire des mathématiques. **En ouvrant des voies de communication avec le foyer familial, on fait comprendre aux enfants que les mathématiques apprises à l'école sont valables et importantes.**

Les enseignantes et enseignants tirent aussi parti de partenariats solides entre l'école et le foyer familial. Ils peuvent en apprendre davantage sur les connaissances et les expériences antérieures de l'enfant, et ils peuvent mieux comprendre son milieu culturel et linguistique. Les enseignantes et enseignants qui communiquent avec les parents sont en mesure de leur expliquer de façon concrète le curriculum en mathématiques et les stratégies d'enseignement actuels ainsi que la manière dont les nouvelles stratégies aident leurs enfants à comprendre les concepts et les habiletés mathématiques dans les premières années d'études.

Le personnel enseignant et la direction d'école devraient trouver des façons d'intensifier les partenariats entre l'école et le foyer et la participation des parents à l'éducation de leurs enfants. Voici quelques suggestions pour renforcer ces partenariats :

- *déterminer quelles ont été les expériences de l'enfant en mathématiques dans le milieu familial;*
- *suggérer des activités pour les parents, comme des jeux qui favorisent la réussite et qui exercent le raisonnement mathématique;*
- *aider les parents à comprendre les mathématiques d'aujourd'hui et comment elles sont enseignées (p. ex., envoyer à la maison une brève description des idées et des concepts de chaque nouvelle unité de mathématiques);*
- *communiquer régulièrement avec les parents pour les informer des progrès réalisés par leurs enfants;*
- *préparer des trousses de mathématiques pour le foyer familial sur un sujet particulier, qui peuvent comprendre des activités, de la documentation, des logiciels ou du matériel de manipulation;*
- *organiser des séances de mathématiques pour la famille, qui mettent l'accent sur des activités de mathématiques pouvant intéresser toute la famille;*

- *fournir un calendrier ou un dépliant proposant des activités de mathématiques à réaliser en famille;*
- *favoriser la distribution et l'utilisation du guide à l'intention des parents sur les façons d'aider leurs enfants à apprendre les mathématiques;*
- *inviter les bibliothèques et les librairies à participer en leur demandant de promouvoir les livres d'histoires pour enfants ayant un contenu mathématique.*

Utilisation de ressources qui favorisent la compréhension

Les ressources appuyant l'apprentissage des mathématiques dans les premières années d'études sont essentielles. Il en existe sous plusieurs formats. Ces ressources comprennent les imprimés destinés aux élèves, comme les manuels des élèves et les livres d'histoires pour enfants ayant un contenu mathématique, et les imprimés destinés au personnel enseignant, comme des documents de perfectionnement professionnel comprenant des explications sur l'utilisation du matériel de manipulation, des activités de résolution de problèmes, des renseignements sur la façon dont les enfants apprennent et des exemples de stratégies d'enseignement efficaces. Les ressources comprennent aussi le matériel concret, ou matériel de manipulation, qui aide les élèves à apprendre dans le cadre de la résolution de problèmes. Au cours des premières années d'études, la musique est également une composante importante d'un programme de mathématiques efficace, car les enfants apprennent également par des chansons. De plus, le temps est une ressource de grande valeur; la façon dont les enseignantes et enseignants structurent le temps consacré aux mathématiques en classe constitue un élément important. On peut également considérer l'organisation ou la disposition de la classe comme une ressource, car cela établit le cadre dans lequel les enfants apprennent.

Matériel concret (ou matériel de manipulation)

> Si nous voulons fonder l'apprentissage des mathématiques sur l'expérience, nous devons présenter aux enfants des outils tactiles avec lesquels ils peuvent apprendre, des occasions d'échanger entre eux et avec l'enseignante ou l'enseignant, et diverses méthodes pour arriver à la bonne réponse. (Murray, 2001, p. 28, *traduction libre*)

Le matériel concret offre aux élèves des expériences tactiles pouvant les aider à créer des modèles, à décrire des concepts et à explorer les mathématiques. Les objets à manipuler peuvent comprendre des objets comme des mosaïques géométriques, des blocs base 10, des cubes emboîtables, et bien d'autres qui sont énumérés plus loin. Les recherches

effectuées indiquent que le matériel de manipulation ne fait pas comprendre à lui seul, comme par magie, les mathématiques aux enfants; le matériel de manipulation offre cependant des moyens concrets par lesquels les enfants donnent un sens à de nouvelles connaissances (Stein et Bovalino, 2001). Le matériel de manipulation aide les élèves à décrire les mathématiques et il facilite le dialogue entre l'enseignante ou l'enseignant et les élèves. La réflexion mathématique des enfants devient plus apparente lorsqu'il est possible d'écouter leurs conversations et d'observer leur utilisation du matériel de manipulation.

Le recours à du matériel de manipulation ne garantit pas la réussite (Baroody, 1989; Fennema, 1972). Il importe donc d'établir des lignes directrices sur le choix du matériel de manipulation. Les enseignantes et enseignants ont également besoin d'orientation sur la meilleure façon d'utiliser le matériel de manipulation dans les programmes de mathématiques des premières années d'études. Sowell (1989) est d'avis que les attitudes des élèves à l'égard des mathématiques sont meilleures lorsque le personnel enseignant sait comment utiliser le matériel de manipulation dans leur enseignement. **Pour fournir aux élèves des leçons pertinentes en utilisant du matériel de manipulation, il faut préparer ces leçons avec soin.**

Lorsqu'ils envisagent de choisir du matériel de manipulation, les enseignantes et enseignants devraient :

- *s'assurer que le matériel de manipulation appuie les concepts et les grandes idées en mathématiques qui seront enseignés;*
- *avoir suffisamment de matériel de manipulation pour que tous les élèves puissent participer à l'activité;*
- *donner la possibilité aux élèves de se familiariser avec le matériel de manipulation;*
- *expliquer aux élèves les règles à respecter en classe (p. ex., il ne faut pas utiliser le matériel de manipulation pendant qu'un camarade partage ses idées avec la classe; il faut ranger le matériel de manipulation dans les contenants).*

Lorsqu'ils planifient des activités faisant appel au matériel de manipulation, les enseignantes et enseignants devraient :

- *utiliser le matériel de manipulation de façon à ce que les élèves le perçoivent comme un outil leur permettant de réfléchir à de nouvelles idées;*

- *reconnaître que les élèves peuvent utiliser le matériel de manipulation de différentes manières dans leur exploration des mathématiques;*
- *éviter les activités où l'élève n'est appelé qu'à imiter l'enseignante ou l'enseignant;*
- *permettre aux élèves d'utiliser le matériel de manipulation pour résoudre le problème et pour justifier leur solution;*
- *prendre le temps de se familiariser avec le matériel de manipulation choisi;*
- *choisir du matériel de manipulation qui permet aux élèves de représenter les mathématiques de façon concrète et d'établir des liens à partir de ces représentations;*
- *donner la possibilité aux élèves d'explorer le même concept en utilisant du matériel de manipulation varié.*

Le matériel de manipulation suivant devrait être utilisé dans une classe de mathématiques efficace.

Le matériel de manipulation d'une classe de mathématiques dans les premières années d'études

Matériel de manipulation	Recommandé pour toutes les classes	Recommandé pour toutes les années d'études/tous les cycles	Liens avec les concepts et les habiletés en mathématiques
Abaque		X	résolution de problèmes/réflexion, algèbre/régularités, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, relations/liens, raisonnement, valeur de position, concepts du nombre/opérations arithmétiques, estimation
Balance et poids	X		mesure/échelle, monnaie, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, raisonnement, nombres décimaux, estimation, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données, concepts du nombre/sens du nombre/systèmes de numération/nombres entiers, classification/triage/constitution d'ensembles, poids/masse
Blocs logiques	X		classification/triage/constitution d'ensembles, symétrie, raisonnement, régularités, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données, concepts du nombre/opérations arithmétiques, résolution de problèmes/réflexion

Matériel de manipulation	Recommandé pour toutes les classes	Recommandé pour toutes les années d'études/tous les cycles	Liens avec les concepts et les habiletés en mathématiques
Carreaux de couleur		X	régularités, estimation, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, concepts du nombre/opérations arithmétiques, raisonnement, valeur de position, classification/triage/constitution d'ensembles, fractions, résolution de problèmes/réflexion, probabilités/chances, mesure/échelle, aire, périmètre, nombres pairs/impairs, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données, visualisation spatiale, similarité/congruence, relations/liens
Cartes à jouer	X		compter, estimation, triage, concepts du nombre/opérations arithmétiques, calcul mental, résolution de problèmes/réflexion
Contenants gradués	X		mesure/échelle, volume, estimation, fractions, calcul mental, résolution de problèmes/réflexion, concepts du nombre/opérations arithmétiques, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, visualisation spatiale, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données, similarité/congruence, raisonnement
Cubes emboîtables (1 cm, 2 cm, 1,8 cm et 2,5 cm)	X		concepts du nombre/opérations arithmétiques, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, valeur de position, classification/triage/constitution d'ensembles, régularités, raisonnement, symétrie, poids/masse, visualisation spatiale, probabilités/chances, aire, périmètre, volume, quantité, géométrie des transformations, fractions, estimation, calcul mental, résolution de problèmes/réflexion, monnaie, mesure/échelle, relations/liens
Cubes non emboîtables		X	concepts du nombre/opérations arithmétiques, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, classification/triage/constitution d'ensembles, régularités, symétrie, fractions, visualisation spatiale, périmètre, volume, aire, résolution de problèmes/réflexion, estimation, géométrie des transformations, raisonnement, monnaie, probabilités/chances, mesure/échelle
Cuillères à mesurer	X		mesure/échelle, estimation, concepts du nombre/opérations arithmétiques, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données

Matériel de manipulation	Recommandé pour toutes les classes	Recommandé pour toutes les années d'études/tous les cycles	Liens avec les concepts et les habiletés en mathématiques
Dés et cubes numérotés	**X**		compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, concepts du nombre/opérations arithmétiques, calcul mental, fractions, probabilités/chances, nombres décimaux, résolution de problèmes/réflexion, classification/triage/constitution d'ensembles, raisonnement, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données
Droites numériques	**X**		valeur de position, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, estimation, régularités, concepts du nombre/opérations arithmétiques, fractions, probabilités/chances, nombres pairs/impairs, visualisation spatiale, calcul mental, nombres décimaux, monnaie, mesure/échelle, résolution de problèmes, similarité/congruence
Formes de plastique à assembler pour construire des formes en deux dimensions et des réseaux en trois dimensions		**X**	classification/triage/constitution d'ensembles, concepts du nombre/opérations arithmétiques, périmètre, compter/compter par intervalles, angles, raisonnement, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données, correspondance de un à un, similarité/congruence, aire, résolution de problèmes/réflexion, visualisation spatiale, pavage/dallage, fractions, géométrie des transformations, mesure/échelle
Géoplans (5 x 5 et 11 x 11) et bandes élastiques	**X (2e et 3e année)**	**X (maternelle, jardin d'enfants et 1re année)**	taille, forme, compter, aire, périmètre, symétrie, fractions, coordonnées géométriques, angles, estimation, similarité, congruence, rotations, réflexions, translations, classification, triage, polygones, visualisation spatiale, raisonnement
Grille de nombres, tapis de nombres, tableau de nombres	**X**		valeur de position, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, estimation, régularités, concepts du nombre/opérations arithmétiques, fractions, probabilités/chances, nombres pairs/impairs, visualisation spatiale, calcul mental, nombres décimaux, monnaie, mesure/échelle, volume, résolution de problèmes, relations/liens, raisonnement
Horloges	**X horloges didactiques (analogiques, numériques)**	**X horloges à l'usage des élèves**	temps, fractions, mesure/échelle, concepts du nombre/opérations arithmétiques, relations/liens
Jetons bicolores	**X**		mesure/échelle, régularités, estimation, similarité/congruence, valeur de position, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, résolution de problèmes/réflexion, fractions, concepts du nombre/opérations arithmétiques, classification/triage/constitution d'ensembles, visualisation spatiale

Matériel de manipulation	Recommandé pour toutes les classes	Recommandé pour toutes les années d'études/tous les cycles	Liens avec les concepts et les habiletés en mathématiques
Matériel base 10	X		valeur de position, monnaie, mesure/échelle, fractions, régularités, aire, similarité/congruence, classification/ triage/constitution d'ensembles, concepts du nombre/opérations arithmétiques, périmètre, relations/liens, résolution de problèmes/réflexion
Matériel pour compter et trier	X		mesure/échelle, régularités, estimation, relations/liens, valeur de position, compter/compter par intervalles/ correspondance de un à un, estimation, résolution de problèmes/réflexion, volume, fractions, concepts du nombre/opérations arithmétiques, classification/ triage/constitution d'ensembles, probabilités/chances, visualisation spatiale, nombres pairs/impairs, cueillette/ analyse/représentation graphique/interprétation des données, raisonnement
Mosaïques géométriques	X		régularités, angles, compter/compter par intervalles/ correspondance de un à un, classification/triage/ constitution d'ensembles, pavage/dallage, symétrie, aire, périmètre, géométrie des transformations, résolution de problèmes/réflexion, raisonnement, fractions, visualisation spatiale, cueillette/analyse/ représentation graphique/interprétation des données, mesure/échelle, concepts du nombre/opérations arithmétiques
Outils de plastique transparent		X	symétrie, géométrie des transformations, angles, calcul mental, résolution de problèmes/réflexion, visualisation spatiale
Pentominos		X	géométrie, visualisation spatiale, résolution de problèmes/réflexion, régularités, raisonnement, fractions, similarité/congruence, périmètre, angles, classification/triage/constitution d'ensembles, symétrie, géométrie des transformations, concepts du nombre/opérations arithmétiques, aire, pavage/dallage, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un
Pièces de monnaie	X **1 ensemble**	X **ensembles multiples**	monnaie, compter/compter par intervalles/ correspondance de un à un, classification/triage/ constitution d'ensembles, fractions, probabilités/ chances, résolution de problèmes/réflexion, estimation, calcul mental, valeur de position, relations/liens, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données, raisonnement, mesure/échelle, nombres décimaux, concepts du nombre/opérations arithmétiques

Matériel de manipulation	Recommandé pour toutes les classes	Recommandé pour toutes les années d'études/tous les cycles	Liens avec les concepts et les habiletés en mathématiques
Réglettes de couleur		X	classification/triage/constitution d'ensembles, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, concepts du nombre/opérations arithmétiques, similarité/congruence, fractions, symétrie, valeur de position, régularités, nombres pairs/impairs, raisonnement, estimation, résolution de problèmes/réflexion, relations/liens
Roue à mesurer		X	mesure/échelle, estimation, concepts du nombre/opérations arithmétiques, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données
Rubans à mesurer		X	mesure/échelle, estimation, concepts du nombre/opérations arithmétiques, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données
Solides géométriques	X		aire, volume, classification/triage/constitution d'ensembles, angles, raisonnement, mesure/échelle, symétrie, fractions, visualisation spatiale, périmètre, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, géométrie, résolution de problèmes/réflexion, concepts du nombre/opérations arithmétiques, poids/masse, relations/liens, géométrie des transformations, pavage/dallage
Tampons de caoutchouc représentant du matériel concret (p. ex., mosaïques géométriques, tangrams, horloges, base 10)	X		
Tangrams		X	visualisation spatiale, résolution de problèmes/réflexion, régularités, raisonnement, fractions, similarité/congruence, périmètre, angles, classification/triage/constitution d'ensembles, symétrie, géométrie transformationnelle, concepts de numération/opérations arithmétiques, aire, symétrie, pavage/dallage, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un
Thermomètres		X	mesure/échelle, estimation, concepts du nombre/opérations arithmétiques, compter/compter par intervalles/correspondance de un à un, cueillette/analyse/représentation graphique/interprétation des données

Source : Supporting leaders in mathematics education: A source book of essentiel information, National Council of Supervisors of Mathematics, 2000. Adaptation autorisée.

Littérature pour enfants

Il est important d'établir des liens entre les mathématiques et d'autres matières du curriculum des premières années d'études. **En utilisant la littérature pour enfants comme point de départ pour des activités de mathématiques, on donne aux élèves une idée de la façon dont les mathématiques sont reliées au monde qu'ils découvrent lorsqu'ils lisent des histoires.**

La littérature pour enfants qui peut appuyer un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études devrait :

- *être reliée au curriculum de l'Ontario (*Jardin d'enfants, 1998; Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Mathématiques, 1997*);*
- *fournir des liens authentiques entre les histoires racontées et les idées mathématiques;*
- *respecter la terminologie appropriée en mathématiques, pour en promouvoir l'usage;*
- *jouer le rôle de déclencheur pour une recherche ou une question en mathématiques;*
- *offrir plusieurs niveaux de complexité;*
- *contenir des éléments fictifs et réels;*
- *contenir des illustrations qui présentent certains des concepts mathématiques abordés;*
- *se présenter sous forme de livres que les enseignantes et enseignants peuvent lire à haute voix ou que les élèves peuvent lire seuls.*

Ressources didactiques destinées aux élèves

Un programme nécessite diverses ressources pour appuyer l'apprentissage des élèves. On devrait choisir ces ressources avec soin en tenant compte des critères énumérés ci-dessous.

Pour être efficaces, les ressources didactiques destinées aux élèves devraient :

- *être reliées au curriculum de l'Ontario (*Jardin d'enfants 1998; Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Mathématiques 1997*);*
- *fournir des connaissances de base reliées aux mathématiques;*
- *mettre l'accent sur les concepts clés ou les grandes idées en mathématiques dans les domaines qui sont étudiés;*

- *présenter le plan de la leçon, y compris des suggestions de renforcement;*
- *présenter des activités qui donnent aux élèves la possibilité de démontrer leurs acquis sur le plan de la compréhension, des procédures, de la résolution de problèmes et de la communication;*
- *contenir des activités touchant un seul domaine d'étude ou plusieurs domaines d'étude;*
- *présenter des possibilités de résoudre des problèmes ouverts;*
- *prévoir plusieurs points d'entrée pour les élèves;*
- *comprendre des suggestions de modification et d'approfondissement;*
- *favoriser une gamme variée de stratégies d'enseignement;*
- *tenir compte des styles d'apprentissage et des intelligences multiples;*
- *fournir un éventail de possibilités quant aux résultats ou aux réponses que les élèves pourraient obtenir;*
- *comprendre des images et des graphiques récents et non discriminatoires (non sexistes et non racistes) pour illustrer les processus;*
- *comprendre des tâches qui sont motivantes et qui offrent des défis;*
- *comprendre diverses stratégies d'évaluation permettant aux élèves de démontrer leur apprentissage.*

On constate que le nombre de ressources didactiques de langue française en mathématiques de la 1re à la 3e année et pour la maternelle et le jardin d'enfants est encore très limité, tant pour les imprimés que pour les didacticiels. Il est donc nécessaire de continuer à financer les initiatives visant à élaborer et à adapter ou à traduire du matériel en français.

Calculatrices

Les calculatrices ne devraient pas remplacer le calcul papier-crayon, mais elles devraient appuyer les tâches de calcul. Lorsque les calculatrices sont utilisées de façon appropriée dans un programme de mathématiques, leur usage n'empêche pas les élèves de maîtriser les habiletés de base et de comprendre. **Au contraire, leur usage approprié (p. ex., pour produire des régularités, pour résoudre des problèmes) peut améliorer la**

compréhension conceptuelle, la compétence stratégique et les attitudes à l'égard des mathématiques (Groves et Stacey, 1998).

Les calculatrices utilisées en appui à un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études devraient :

- *avoir de grosses touches faciles à utiliser;*
- *avoir un écran d'affichage de une ou de deux lignes;*
- *montrer au moins deux décimales;*
- *permettre de mettre des constantes en mémoire.*

Logiciels

L'utilisation de l'informatique dans la classe de mathématiques permet aux enseignantes et enseignants d'offrir à leurs élèves des représentations visuelles pour appuyer le dialogue sur les idées mathématiques. De bons logiciels de mathématiques devraient favoriser la participation active des élèves, poser des problèmes stimulants et encourager la collaboration avec les autres (Ross, Hogaboam-Gray, McDougall et Bruce, 2002).

Les logiciels utilisés en appui à un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études devraient :

- *être reliés au curriculum de l'Ontario (*Jardin d'enfants, 1998; Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Mathématiques, 1997*);*
- *promouvoir la communication en mathématiques;*
- *renforcer l'utilisation de stratégies de résolution de problèmes;*
- *offrir plusieurs niveaux de difficulté, d'interaction et de complexité;*
- *être conçus pour répondre aux besoins des jeunes apprenantes et apprenants en mathématiques;*
- *être faciles à utiliser;*
- *permettre aux élèves d'appliquer des connaissances et des habiletés distinctes.*

Organisation de la classe

L'organisation de la classe constitue un élément essentiel dans la création d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques. Pour appuyer un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études, la classe devrait avoir :

- *un coin pour les mathématiques, bien délimité, qui est pourvu du matériel de manipulation de base;*
- *du matériel de manipulation accessible aux enfants toute la journée selon les besoins (établir une routine pour distribuer et ramasser le matériel);*
- *des bacs ou des contenants pour le matériel de manipulation, bien étiquetés pour faciliter l'identification et le rangement;*
- *des documents de référence en mathématiques qui sont affichés en divers endroits de la classe (p. ex., calendriers, droites numériques, grilles de nombres);*
- *des ordinateurs à la disposition de tous les enfants;*
- *des aires pour différents regroupements (enseignement à toute la classe, enseignement à de petits groupes, enseignement individuel).*

Le centre des ressources des mathématiques de l'école devrait également mettre à la disposition des enseignantes et enseignants des premières années d'études du matériel de manipulation supplémentaire, dont ceux-ci n'ont besoin qu'à l'occasion.

Organisation du temps

Le fait de consacrer suffisamment de temps aux mathématiques et de les intégrer aux activités de la journée revêt une grande importance dans l'apprentissage des élèves. À la maternelle et au jardin d'enfants, il faudrait consacrer environ 20 minutes par jour aux mathématiques, soit en organisant une activité dirigée ou partagée ou en invitant les élèves à travailler dans un centre axé sur les mathématiques. De plus, les élèves devraient avoir la possibilité de consolider leur apprentissage des mathématiques en travaillant dans divers centres de la classe (p. ex., le bac à sable, le centre de lecture, le bac à eau et le centre de mesure). De la 1re à la 3e année, il faudrait consacrer au moins une heure par jour aux mathématiques. Il faudrait aussi intégrer les mathématiques aux autres matières lorsque c'est possible. Tout au long de la journée, on peut attirer l'attention des élèves sur des concepts mathématiques, comme lorsque les élèves se mettent en rang

selon leur taille, ou lorsqu'on compte le nombre de minutes avant la récréation; les enseignantes et enseignants devraient tirer parti de tous les moments propices à l'apprentissage des mathématiques.

Reconnaître le rôle important de l'enseignante ou l'enseignant

> L'enseignement efficace des mathématiques exige que l'on comprenne ce que les élèves ont besoin d'apprendre, pour ensuite les stimuler et les aider à bien apprendre ce qu'ils ont besoin d'apprendre. (NCTM, 2000, p. 16, *traduction libre*)

Les enseignantes et enseignants exercent une grande influence sur l'apprentissage de leurs élèves. Cette influence pour être positive requiert des efforts. Les enseignantes et enseignants efficaces :

- *aident les élèves à apprendre un contenu utile et significatif en mathématiques;*
- *travaillent efficacement avec un groupe diversifié d'élèves;*
- *organisent des activités de mathématiques stimulantes;*
- *évaluent les connaissances acquises antérieurement par les élèves et bâtissent de nouveaux savoirs sur celles-ci;*
- *reconnaissent la valeur des ressources et du matériel didactiques et les organisent pour qu'ils soient facilement accessibles aux élèves au besoin;*
- *encouragent les élèves à prendre des risques en mathématiques, à assumer la responsabilité de leur apprentissage et à communiquer entre eux;*
- *facilitent aussi bien les stratégies d'apprentissage coopératif que les exercices individuels, selon ce qui convient;*
- *mettent l'accent sur le sentiment d'appartenance à une communauté, la confiance dans les autres, le partage avec les autres et la confiance en soi;*
- *stimulent et valorisent la réflexion mathématique des enfants.*

Lors de la conférence sur les normes d'enseignement des mathématiques aux enfants d'âge préscolaire et du jardin d'enfants, on a affirmé que :

> Le rôle le plus important des enseignantes et enseignants en ce qui a trait aux mathématiques devrait être de trouver des occasions fréquentes d'aider les enfants à réfléchir sur les mathématiques et à approfondir les concepts

> mathématiques qui se présentent dans leurs activités, leurs conversations et leurs jeux de tous les jours, et de structurer un environnement qui appuie ces activités. Les enseignantes et enseignants devraient également être proactifs lorsqu'ils présentent les concepts, les méthodes et le vocabulaire des mathématiques. (Clements et coll., sous presse, *traduction libre*)

Pour aider les élèves à comprendre les mathématiques, les enseignantes et enseignants devraient avoir une solide compréhension des mathématiques. Ils devraient connaître les mathématiques qu'ils enseignent et savoir pourquoi ils les enseignent. Dans une large mesure, un bon enseignement des mathématiques repose sur la capacité des enseignantes et enseignants de transposer le contenu des mathématiques en des formes accessibles aux élèves. « Même si certaines enseignantes et certains enseignants ont une bonne compréhension du contenu, il arrive souvent qu'ils ne le comprennent pas d'une manière qui leur permette d'écouter les élèves, de choisir de bonnes tâches ou d'aider tous leurs élèves à apprendre » (Ball, 2000, p. 243, *traduction libre*).

Certaines enseignantes et certains enseignants de l'élémentaire commencent leur carrière après avoir fait des études approfondies de la matière à enseigner, tandis que d'autres approfondissent leur connaissance de la matière en suivant d'excellents programmes de perfectionnement. Avant de pouvoir élaborer des outils pédagogiques efficaces, les enseignantes et enseignants doivent s'être familiarisés avec le processus de recherche et le vocabulaire propres à la matière; ils doivent aussi comprendre les relations entre l'information et les concepts, ce qui les aide à organiser cette information au sein de la discipline (National Research Council, 1998). Une fois que les enseignantes et enseignants comprennent le contenu et la pédagogie des mathématiques, ils sont en mesure d'utiliser leurs connaissances dans leurs pratiques d'enseignement. Ils peuvent notamment évaluer et adapter le matériel, planifier, enseigner, écouter, interpréter, évaluer et concevoir des façons appropriées de répondre aux besoins des élèves (Kilpatrick et coll., 2001).

Importance du rôle de soutien de la direction d'école et du conseil scolaire

Les directrices et directeurs d'école et les cadres supérieurs jouent un rôle important en ce qui concerne la création d'un milieu propice à l'apprentissage des mathématiques. Les directions d'école et les cadres supérieurs devraient encourager la création d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques au sein de l'école et du conseil scolaire, dans laquelle, par exemple, les nouveaux membres du personnel enseignant sont encadrés dans l'enseignement des mathématiques et dans laquelle tous les membres du personnel enseignant sont encouragés à partager leurs pratiques exemplaires. Les directions d'école et

les cadres supérieurs peuvent également renforcer les liens entre l'école et le foyer familial dans le domaine des mathématiques, notamment en collaborant avec le personnel enseignant, les parents, les conseillères et conseillers scolaires et la collectivité pour établir un dialogue au sujet de l'enseignement des mathématiques. Ils peuvent aider à rassembler les ressources nécessaires pour appuyer un bon programme de mathématiques dans les premières années d'études. Il peut s'agir, entre autres, de fournir du matériel de manipulation en mathématiques et du matériel imprimé, d'allouer le temps nécessaire, d'établir un horaire favorisant le partage entre les enseignantes et enseignants d'une même année d'études, de soutenir l'excellence et de tirer parti de l'expertise qui existe à l'intérieur et à l'extérieur du milieu scolaire. Les directrices et directeurs d'école et les cadres supérieurs assument les fonctions de leaders et donnent l'exemple en continuant à approfondir leur connaissance de l'enseignement efficace des mathématiques. **Ils devraient se familiariser avec les éléments d'un programme de mathématiques efficace et être en mesure de reconnaître et d'encourager leur utilisation dans les classes et les écoles.**

Sommaire du milieu d'apprentissage

Plusieurs facteurs concourent à créer un milieu d'apprentissage efficace pour l'enseignement des mathématiques dans les premières années d'études. Un milieu propice à l'apprentissage devrait :

- *favoriser des perceptions et des attitudes positives à l'égard des mathématiques;*
- *valoriser les connaissances acquises antérieurement et établir des liens entre les concepts mathématiques importants, le monde de l'enfant et d'autres matières;*
- *créer une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques, à savoir une communauté où on voit, on entend et on ressent les mathématiques;*
- *mettre l'accent sur les concepts importants ou les grandes idées en mathématiques;*
- *encourager l'apprentissage au moyen de la résolution de problèmes;*
- *établir des liens solides avec le foyer familial et la collectivité;*
- *utiliser des ressources qui favorisent la compréhension;*
- *reconnaître et appuyer le rôle important que jouent les enseignantes et enseignants;*
- *être soutenu par la direction d'école, les cadres supérieurs et le conseil scolaire.*

Cadre pédagogique propice à l'apprentissage

Un cadre pédagogique efficace fournit un équilibre sur le plan des stratégies d'enseignement, des regroupements d'élèves et des types d'activités. Dans la présente section, on discute de l'importance de cet équilibre, et on suggère un cadre pédagogique susceptible d'aider le personnel enseignant à maintenir cet équilibre.

Importance de l'équilibre dans le cadre pédagogique

Les enseignantes et enseignants ont différents styles et utilisent différentes méthodes pour aider leurs élèves à apprendre les concepts mathématiques; il n'existe pas qu'une seule bonne façon d'enseigner les mathématiques (NCTM, 2000). Toutefois, les enfants tirent profit d'une combinaison bien conçue de séquences d'activités préparées avec soin et de l'intégration des approches tout au long de la journée scolaire (Clements et coll., sous presse). Les expériences en mathématiques peuvent être improvisées et informelles, ou elles peuvent être structurées et planifiées (Kamii et Housman, 1999).

Pour élaborer un programme de mathématiques efficace, il faudrait considérer l'équilibre comme un facteur essentiel. Lorsqu'on parle d'équilibre, il importe de tenir compte de plusieurs éléments. Il faudrait qu'il y ait équilibre entre :

- **l'acquisition des habiletés et la résolution de problèmes**

  Carpenter, Fennema, Penelope, Chiang et Loef (1989) ont constaté que, lorsque l'enseignement était axé sur la résolution de problèmes, les enfants apprenaient non seulement à mieux résoudre les problèmes, mais ils avaient aussi une meilleure maîtrise du calcul que les enfants qui avaient reçu un enseignement axé seulement sur la mémorisation et les exercices répétitifs. Les enfants ont besoin de temps pour faire des exercices pratiques et renforcer une habileté, mais ils ont également besoin de temps pour appliquer ces habiletés dans le contexte de la résolution de problèmes.

- **la compréhension du concept et la maîtrise de la technique**

  Un programme efficace établit un équilibre entre le contenu et le processus, et entre la compréhension d'un concept et le développement d'une habileté. Les recherches montrent que, si les enfants mémorisent les procédures mathématiques sans en saisir le sens, il leur est très difficile par la suite de faire un retour en arrière pour bien comprendre ce qu'ils ont fait (Resnick et Omanson, 1987; Wearne et Hiebert, 1988). S'ils mémorisent sans comprendre, les enfants risquent d'oublier des étapes ou de se mêler. Bien qu'il soit important que les enfants fassent facilement les opérations

arithmétiques de base, ils doivent aussi apprendre des façons de faire qui leur permettront d'appliquer des stratégies efficaces et significatives pour résoudre des problèmes d'addition, de soustraction, de multiplication et de division.

- **les diverses stratégies d'enseignement**

  Dans un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études, les enseignantes et enseignants utilisent un ensemble équilibré de stratégies faisant appel au jeu, à l'exploration, à la recherche, à l'enseignement explicite et à des exercices pratiques dans un milieu stimulant.

- **la recherche et l'apprentissage dirigé**

  Les enfants ont besoin d'expériences dirigées pour les aider à accéder à la connaissance des mathématiques. Ces expériences dirigées sont plus efficaces lorsqu'elles comprennent des activités dynamiques et concrètes. La recherche permet aux élèves d'explorer des concepts mathématiques au moyen de stratégies diverses.

- **les activités individuelles et les activités de groupe**

  Il est bon de diversifier les types de regroupements. Les élèves ont besoin de moments où ils peuvent parler des mathématiques avec leurs camarades et de moments où ils peuvent travailler seuls.

- **les activités adaptées aux différents styles d'apprentissage**

  Les élèves ont différentes façons d'apprendre; par exemple, il y a des apprenantes et apprenants visuels, auditifs et kinesthésiques. Il importe donc de multiplier et de diversifier les représentations mathématiques pour répondre aux besoins des types d'apprenantes et d'apprenants et pour élargir chez chaque enfant la gamme des styles d'apprentissage.

- **les cinq domaines d'étude des mathématiques**

  Un programme équilibré porte sur les cinq domaines d'étude. Cependant, la numération et le sens du nombre constituent le domaine d'étude fondamental du programme de mathématiques dans les premières années d'études. Étant donné que le sens du nombre se retrouve dans tous les autres domaines d'étude des mathématiques, il est possible de l'aborder en faisant des activités dans tous les domaines d'étude ainsi qu'à d'autres moments pendant la journée qui se prêtent à l'enseignement des mathématiques.

- **les démarches en mathématiques ou les compétences de la grille d'évaluation du rendement**

  Les compétences de la grille d'évaluation du rendement invitent les élèves à acquérir des connaissances et à développer leur compréhension conceptuelle, à appliquer ces connaissances, à résoudre des problèmes et à communiquer. Ces compétences de la grille d'évaluation du rendement devraient se retrouver dans les pratiques d'enseignement et dans l'évaluation.

- **les diverses stratégies d'évaluation**

  Il est bon d'utiliser une gamme variée de stratégies d'évaluation de sorte que tous les enfants puissent démontrer ce qu'ils savent et ce qu'ils peuvent faire de la façon qui leur convient le mieux.

  Dans *Adding It Up* (Kilpatrick et coll., 2001, p. 116), un enfant qui maîtrise les mathématiques est défini comme un enfant qui a atteint un développement équilibré dans les domaines suivants :

  - compréhension conceptuelle – compréhension des concepts, des opérations et des relations mathématiques
  - maîtrise des procédures – capacité d'appliquer les procédures de manière souple, exacte, efficace et appropriée
  - compétence stratégique – aptitude à formuler, à représenter et à résoudre des problèmes mathématiques
  - raisonnement adapté – capacité de penser, de réfléchir, d'expliquer et de justifier de manière logique
  - disposition constructive – tendance habituelle à considérer les mathématiques comme une activité sensée, utile et valable, alliée à la persévérance et à une confiance en sa propre efficacité

  Le développement équilibré et intégré de la maîtrise des cinq domaines d'étude des mathématiques devrait guider l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques à l'école. L'enseignement ne devrait pas se fonder sur des positions extrêmes voulant que, d'une part, les élèves apprennent uniquement en assimilant ce que le personnel enseignant dit ou ce que le livre dit, ou, d'autre part, qu'ils apprennent en inventant d'eux-mêmes les mathématiques. (Kilpatrick et coll., 2001, p. 11, *traduction libre*)

Composantes d'un programme équilibré

Pour élaborer un programme équilibré, il est suggéré de recourir aux trois composantes suivantes : l'apprentissage dirigé, l'apprentissage partagé et l'apprentissage autonome. Bien que ces composantes soient énumérées ici dans un certain ordre, cela ne veut pas dire qu'elles doivent se présenter dans cet ordre dans la classe de mathématiques. Par exemple, pour développer un concept, l'enseignante ou l'enseignant peut faire appel à l'apprentissage partagé pour permettre aux élèves d'explorer le problème et de discuter des solutions possibles; il peut ensuite utiliser des techniques d'apprentissage dirigé pour aider les élèves à appliquer une nouvelle stratégie pouvant leur être utile pour résoudre le problème; la classe peut ensuite travailler selon les techniques de l'apprentissage partagé; et, pour terminer, les élèves pourraient renforcer le concept au moyen d'activités autonomes, par exemple en utilisant du matériel de manipulation pour démontrer leur compréhension du concept. Dans chacune de ces composantes, l'évaluation et l'enseignement sont étroitement liés. Durant l'étape initiale d'apprentissage partagé, l'enseignante ou l'enseignant peut écouter et observer, dans un but d'évaluation diagnostique informelle, pour déterminer quels sont les acquis que les élèves utilisent. La démonstration effectuée à l'aide du matériel de manipulation peut aussi être considérée comme une activité d'évaluation qui indique à l'enseignante ou l'enseignant ce que l'élève a appris.

Fuson (sous presse) croit qu'un apprentissage optimal peut se faire au moyen d'une méthode efficace comportant trois étapes. À la première étape, l'enseignante ou l'enseignant devrait faire participer les élèves en présentant le concept par des discussions et des explications. À cette étape, l'enseignante ou l'enseignant fait en sorte que les élèves puissent dire ce qu'ils savent déjà au sujet du concept. À la deuxième étape, les élèves travaillent avec l'aide de l'enseignante ou l'enseignant et de leurs camarades. L'enseignante ou l'enseignant fournit un soutien pédagogique structuré en fonction des besoins (p. ex., en aidant les élèves à décomposer un problème, en leur suggérant les étapes à suivre ou en leur donnant des indices). Fuson estime que cette deuxième étape aide les élèves à passer d'un mode dépendant à un mode autonome. La troisième étape est une étape autonome au cours de laquelle les élèves consolident leur compréhension. Les étapes décrites par Fuson correspondent aux notions d'apprentissage dirigé, d'apprentissage partagé et d'apprentissage autonome.

Les pages qui suivent offrent une description des composantes d'un programme de mathématiques équilibré, soit l'apprentissage partagé, l'apprentissage dirigé et l'apprentissage autonome. On discutera ensuite des liens entre l'enseignement et l'évaluation.

Apprentissage partagé en mathématiques

Nous avons déjà discuté de l'importance de la résolution de problèmes et de la communication pour créer une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques. Une telle communauté ne peut se réaliser que si les élèves ont la possibilité d'effectuer ensemble des activités de mathématiques. Des activités communes de résolution de problèmes aident les élèves à développer leur aptitude à résoudre des problèmes et à raisonner. De telles activités permettent aux élèves de représenter les idées mathématiques et de les relier à d'autres concepts (Clements et coll., sous presse; NCTM, 2000). Ces activités communes permettent également aux enseignantes et enseignants de reconnaître les concepts importants et les stratégies qui font partie des activités de résolution de problèmes. Bien sûr, le jeu, l'exploration et la recherche ne peuvent pas garantir l'apprentissage des mathématiques, mais ils offrent de riches possibilités lorsque les enseignantes et enseignants y donnent suite en invitant les enfants à réfléchir sur les concepts mathématiques et à les représenter. Cette réflexion se fait lorsque les enseignantes et enseignants posent des questions qui conduisent les élèves à clarifier, à renforcer et à approfondir leur compréhension des nouveaux concepts (NCTM, 2000).

Le tableau de la page suivante résume les éléments de l'apprentissage partagé en mathématiques.

Apprentissage partagé en mathématiques

Raisons d'être :

- L'apprentissage partagé permet aux élèves d'acquérir et d'utiliser des connaissances et des habiletés au moyen de la résolution de problèmes, de la recherche, du raisonnement et de la preuve, de la communication, de l'intégration et de l'objectivation.
- L'apprentissage partagé relève les concepts clés ou les grandes idées du curriculum qui doivent être étudiés et considère la façon de les intégrer en tenant compte du niveau de développement des élèves et en recourant à la résolution de problèmes et aux discussions.
- Les élèves apprennent les uns des autres. L'enseignante ou l'enseignant n'est pas la seule source de savoir; les élèves doivent avoir de multiples occasions de construire leur propre compréhension des mathématiques avec leurs camarades.

Vue d'ensemble :

- L'apprentissage partagé peut se produire entre l'enseignante ou l'enseignant et l'élève, entre l'enseignante ou l'enseignant et un groupe d'élèves, entre un élève et d'autres élèves.
- La réflexion, la discussion et le partage sont utilisés pour clore la leçon et clarifier les grandes idées en mathématiques.
- On peut former des équipes de deux ou de petits groupes, ou on peut s'adresser à toute la classe.

Les élèves peuvent :	**L'enseignante ou l'enseignant peut :**
• travailler à explorer un problème avec d'autres; • travailler en petits groupes dans des centres d'activités; • enseigner à d'autres élèves; • utiliser du matériel de manipulation; • prendre part à des jeux; • participer à un parcours mathématique; • travailler à un casse-tête; • travailler à l'ordinateur; • chanter des chansons pour consolider des idées mathématiques; • explorer des concepts, trouver des réponses ou des solutions à des problèmes, soulever ou poser des questions; • travailler ensemble pour apprendre de nouveaux concepts ou de nouvelles idées et acquérir de nouvelles habiletés; • parler, échanger – la classe est bruyante mais productive.	• faciliter les efforts des élèves, les observer et leur poser des questions clés pendant qu'ils travaillent; • favoriser les discussions entre élèves, dans les petits groupes ou dans toute la classe; • recueillir des données d'évaluation pour – prendre des décisions sur l'orientation à donner au programme; – faire des modifications pour des élèves en particulier ou pour des groupes d'élèves; – proposer des activités d'approfondissement pour des élèves en particulier ou pour des groupes d'élèves.

Apprentissage dirigé en mathématiques

Dans l'apprentissage dirigé, l'enseignante ou l'enseignant guide les élèves dans leur apprentissage d'une habileté ou d'un concept mathématiques en montrant par l'exemple la démarche à suivre. Cette approche permet aux élèves de prendre connaissance d'un moyen de résoudre un problème, d'entendre le vocabulaire des mathématiques, de voir l'enseignante ou l'enseignant réaliser une activité de mathématiques ou de participer à l'activité pendant que l'enseignante ou l'enseignant les guide dans l'apprentissage d'un concept.

Le tableau suivant résume les éléments de l'apprentissage dirigé en mathématiques.

Apprentissage dirigé en mathématiques

Raisons d'être :

- L'apprentissage dirigé permet de clarifier les nouvelles connaissances ou les nouvelles habiletés.
- L'apprentissage dirigé relève les concepts clés ou les grandes idées du curriculum et les intègre ou les présente en tenant compte du niveau de développement des élèves.

Vue d'ensemble :

- Les leçons sont thématiques.
- L'enseignement est séquentiel et est planifié par l'enseignante ou l'enseignant.
- L'enseignement en classe est bien préparé, mais demeure souple afin de pouvoir tirer parti des idées ou des stratégies que pourraient proposer les élèves.
- L'enseignante ou l'enseignant travaille avec toute la classe, avec de petits groupes ou avec des élèves en particulier.
- La réflexion, la discussion et le partage sont des éléments essentiels qui permettent de résumer la leçon et de clarifier les grandes idées en mathématiques. Il n'y a pas lieu d'attendre à la fin de la leçon pour faire appel à la réflexion, à la discussion et au partage; on peut y faire appel tout au long de celle-ci.
- L'enseignante ou l'enseignant et les élèves travaillent avec du matériel de manipulation, devant un graphique, debout dans un groupe, au tableau, au rétroprojecteur ou assis par terre.

Les élèves peuvent :	**L'enseignante ou l'enseignante peut :**
• répondre aux questions de l'enseignante ou l'enseignant et proposer les prochaines étapes; • orienter et montrer par l'exemple la réflexion ou les idées mathématiques pour les autres élèves pendant que l'enseignante ou l'enseignant offre son appui et son aide.	• démontrer le concept et le relier aux connaissances acquises antérieurement par les élèves; • montrer par l'exemple comment utiliser le vocabulaire des mathématiques, la résolution de problèmes et la réflexion (en pensant tout haut); • diriger la discussion et le partage d'idées; • organiser une expérience d'apprentissage permettant aux élèves d'acquérir de nouvelles connaissances ou de nouvelles habiletés; • dégager et souligner les diverses stratégies des élèves en abordant le concept clé, la grande idée ou le thème principal de la leçon; • guider ou faciliter le processus afin de s'assurer que les stratégies sont appropriées, efficaces et correctes; • prévoir de bonnes questions qui peuvent stimuler la réflexion et faire saisir l'essence des mathématiques.

Apprentissage autonome en mathématiques

L'apprentissage autonome aide les élèves à renforcer leur apprentissage en se concentrant sur leur propre compréhension du concept mathématique et à penser à des façons d'expliquer ce qu'ils comprennent. Les enfants travaillent seuls ou à des tâches individuelles au sein d'un groupe. Ils savent de quelle aide ils ont besoin et ils la demandent.

Le tableau suivant résume les éléments de l'apprentissage autonome en mathématiques.

Apprentissage autonome en mathématiques

Raisons d'être :

- Les élèves démontrent ce qu'ils ont compris, ils appliquent une habileté ou renforcent leur apprentissage au moyen de tâches individuelles et selon un niveau de développement approprié.
- Les élèves ont le temps d'essayer de résoudre seuls un problème.
- Les élèves ont besoin de temps pour renforcer, d'eux-mêmes et pour eux-mêmes, les idées de la leçon.

Vue d'ensemble :

- L'apprentissage autonome peut se faire à divers moments, et pas seulement à la fin d'une activité ou d'une leçon.
- On peut prévoir une période de réflexion, de discussion et de partage pour clore la leçon et clarifier les concepts mathématiques clés.
- L'apprentissage autonome peut se faire en appliquant une habileté mathématique, en inscrivant ses idées dans son journal, en expliquant une idée à l'enseignante ou l'enseignant, en jouant seul, en travaillant seul à l'ordinateur, en utilisant le matériel de manipulation pour mieux saisir un concept clé.

Les élèves peuvent :	**L'enseignante ou l'enseignant peut :**
• communiquer et démontrer ce qu'ils ont appris; • être à leur pupitre, travailler par terre ou au tableau, utiliser du matériel de manipulation, utiliser une planchette à pince ou travailler à l'ordinateur; • travailler seuls, tout en ayant la possibilité de demander des clarifications à leurs camarades ou à l'enseignante ou l'enseignant; • réaliser individuellement un travail pouvant servir à une évaluation sommative comme une tâche de performance; • décider quels outils ils veulent utiliser et où les prendre.	• recueillir des données pouvant servir à des évaluations diagnostiques, formatives ou sommatives; • observer les efforts des élèves et consigner ce qu'il observe sur des fiches anecdotiques; • se promener dans la classe et interagir avec les élèves; • avoir des entrevues ou des entretiens individuels avec des élèves.

L'évaluation ne devrait pas être seulement un exercice que l'on fait subir aux élèves; elle devrait être aussi un exercice que l'on fait pour les élèves, afin de les guider et d'enrichir leur apprentissage. (Van de Walle, 2001, p. 22,* traduction libre*)

L'évaluation consiste à recueillir des informations ou des preuves observables relativement à ce que peut faire l'élève; elle consiste aussi à juger des données recueillies et à les interpréter en vue d'attribuer une note, au besoin.

L'objectif de l'évaluation est d'améliorer l'apprentissage des élèves. Les enseignantes et enseignants favorisent cette amélioration en parvenant à comprendre la réflexion mathématique de l'enfant et en se servant de cette connaissance pour orienter et guider leur enseignement (NCTM, 2000). Il peut s'avérer très difficile de consigner l'évolution de cette réflexion au cours des premières années d'études. Pour brosser un tableau complet du niveau de compréhension des mathématiques de l'enfant, il faut avoir recours à un ensemble équilibré de stratégies d'évaluation qui reconnaît l'importance de donner aux enfants la possibilité de parler de ce qu'ils comprennent et de représenter concrètement leur compréhension de diverses façons. L'évaluation devrait se faire de manière informelle, chaque jour, au fur et à mesure que l'enseignante ou l'enseignant interagit avec l'enfant. Les enseignantes et enseignants devraient déterminer la qualité des processus et des résultats de l'apprentissage de l'élève en mathématiques en faisant des observations, en posant de bonnes questions, en fournissant des tâches de performance et de résolution de problèmes et en recueillant et en évaluant des échantillons de travaux qui illustrent bien le niveau de compréhension atteint par l'élève relativement à un concept ou à une habileté. Ce type d'évaluation formative est la meilleure stratégie pour appuyer l'apprentissage des enfants et les aider à développer leur sens des responsabilités et leur autonomie en tant qu'apprenantes et apprenants.

Liens entre l'évaluation et l'enseignement

> Les recherches indiquent que l'intégration de l'évaluation aux pratiques d'enseignement en classe contribue à l'amélioration de l'apprentissage des élèves. Black et William (1998) ont passé en revue environ 250 études et recherches et ont conclu que l'apprentissage des élèves, y compris chez les élèves dont le rendement est faible, s'était généralement amélioré dans les classes où les enseignantes et enseignants tenaient compte de l'évaluation formative pour juger de l'enseignement et de l'apprentissage. (NCTM, 2000, p. 1, *traduction libre*)

Un bon enseignement et une évaluation appropriée ne sont pas nécessairement des activités distinctes et, en fait, ceux-ci devraient devenir presque indissociables. Le personnel enseignant peut évaluer le rendement en même temps qu'il offre des possibilités d'apprentissage (Van de Walle, 2001). Une évaluation efficace se fait de manière continue, fait partie intégrante du processus d'enseignement et d'apprentissage, et offre régulièrement aux enfants des possibilités de démontrer ce qu'ils ont appris (Connelly, McPhail, Onslow et Sauer, 1999; Thouin, 1993).

Une évaluation efficace devrait :

- *orienter et guider l'enseignement et la planification;*
- *s'inscrire directement dans l'enseignement et les activités donnés quotidiennement aux enfants, de sorte que la rétroaction soit immédiate et efficace au lieu de se présenter sous la forme d'un examen à la fin de la semaine qui sert plus à classer l'enfant qu'à l'aider;*
- *correspondre aux mathématiques que les élèves devraient connaître et pouvoir appliquer (selon le curriculum de l'Ontario);*
- *être conforme au contenu et aux processus des mathématiques qui sont enseignés dans la classe;*
- *se faire de manière continue.*

Principes de l'évaluation en mathématiques

L'amélioration de l'apprentissage en mathématiques est le plus important objectif d'une évaluation judicieuse. L'évaluation devrait toujours comprendre des critères clairs, qui sont communiqués régulièrement aux élèves et aux parents. La communication avec les élèves et les parents tout au long du processus d'évaluation est essentielle à la réussite de l'apprentissage. Il importe d'informer les parents afin de les aider à comprendre le processus d'évaluation et la façon dont il contribue à déterminer les points forts de l'enfant et les points que celui-ci devrait améliorer. En outre, l'évaluation en mathématiques devrait prévoir une gamme variée de stratégies et de buts.

Les critères suivants décrivent un bon programme d'évaluation. L'évaluation devrait :

- *être profitable aux enfants et à leur apprentissage;*
- *permettre de cerner les points forts et les besoins particuliers des enfants en mathématiques;*

- *mettre l'accent sur la compréhension des procédures et des concepts importants énoncés dans le programme-cadre de mathématiques;*
- *correspondre aux habiletés mathématiques et aux démarches ou aux processus en mathématiques;*
- *utiliser les compétences de la grille d'évaluation du programme-cadre de mathématiques à des fins de planification;*
- *servir à des fins diverses : diagnostiques, formatives et sommatives;*
- *se faire de manière continue et favoriser un développement progressif en mathématiques;*
- *fournir des critères clairs afin qu'il soit plus facile pour les enfants de s'auto-évaluer et de se fixer des objectifs;*
- *utiliser l'évaluation sommative après avoir donné aux enfants assez de temps pour acquérir les habiletés et apprendre les concepts pertinents;*
- *comprendre une gamme d'outils et de stratégies pour évaluer les processus et les résultats de l'apprentissage des mathématiques;*
- *aider à déterminer ce que l'élève sait faire et quels sont les éléments à revoir et à améliorer;*
- *comprendre une gamme variée d'outils d'évaluation adaptés au niveau de développement des élèves;*
- *communiquer clairement aux parents et aux élèves ce qui est évalué et la façon dont le rendement est évalué;*
- *répondre aux besoins de tous les enfants, y compris ceux qui ont besoin d'adaptations ou de modifications au programme d'études.*

Rôle de la grille d'évaluation du rendement

Une leçon équilibrée tient compte des compétences de la grille d'évaluation autant pour l'enseignement que pour l'évaluation. On ne s'attend pas à ce que les enseignantes et enseignants suivent strictement ces compétences pour la notation; celles-ci servent plutôt à créer un cadre d'apprentissage qui donne aux élèves l'occasion de montrer qu'ils ont acquis les concepts et qu'ils sont capables d'appliquer les procédures, de résoudre les problèmes et de communiquer.

Objectifs de l'évaluation

Un bon programme de mathématiques devrait également utiliser l'évaluation à diverses fins : pour déterminer les connaissances antérieures; pour déterminer le niveau de développement de l'enfant par rapport à la compréhension des mathématiques; pour appuyer chaque jour l'apprentissage et pour établir de nouveaux buts. On répond à ces divers objectifs en utilisant l'évaluation diagnostique, formative et sommative.

Évaluation diagnostique : évaluer les acquis

Nous avons déjà souligné l'importance de valoriser les connaissances antérieures de l'enfant en mathématiques. Les enseignantes et enseignants devraient être en mesure de déterminer le niveau de développement de l'enfant, sa compréhension et ses connaissances antérieures, de sorte que des mesures appropriées soient adoptées, que l'apprentissage reçoive le soutien pédagogique structuré qui est approprié et que les progrès faits soient évalués. Comment les enseignantes et enseignants peuvent-ils évaluer les connaissances antérieures des enfants? Au cours des premières années d'études, il n'est pas nécessaire que l'évaluation diagnostique soit effectuée de manière formelle; elle pourrait se faire au moyen d'entrevues diagnostiques ou en observant l'enfant, en lui faisant passer des tests préliminaires, en lui posant des questions et en l'écoutant. Dans les toutes premières années d'études (maternelle, jardin d'enfants, 1re année), il n'est pas facile de procéder à une évaluation diagnostique parce que bien souvent il n'y a pas de produit à évaluer. Cependant, en posant de bonnes questions et en observant attentivement l'enfant, l'enseignante ou l'enseignant peut déterminer où en est l'enfant dans son apprentissage et l'aider à passer au prochain niveau de compréhension conceptuelle (Sophian, sous presse).

Évaluation formative : évaluer de manière continue

L'évaluation formative fournit une rétroaction immédiate à l'élève et à l'enseignante ou l'enseignant pour faciliter un apprentissage qui en est encore à un stade modifiable et formatif. Cette rétroaction peut se faire lors de l'observation, d'une conférence, d'une entrevue, de tâches quotidiennes, de l'inscription de réflexions dans un journal, et peut-être lors de courts tests. Elle peut être utile pour aider les enseignantes et enseignants à décider quand il y a lieu de fournir des expériences d'apprentissage additionnelles relativement à un concept particulier.

Évaluation sommative : déterminer ce que l'élève a appris

L'évaluation sommative se fait à la fin d'une unité d'étude et porte sur le rendement et les progrès accomplis jusqu'à ce moment.

Au cours des premières années d'études, l'accent devrait être mis sur l'évaluation diagnostique informelle des acquis et sur l'évaluation formative pour appuyer l'apprentissage continu et orienter l'enseignement.

Évaluation judicieuse du rendement des jeunes enfants

> Comme il est impossible de mesurer directement la compréhension des jeunes enfants, il faut avoir recours à divers outils et processus afin de faire des inférences fiables et valables à partir des données recueillies. (Copley, 1999, p. 183, *traduction libre*)

Les jeunes enfants manifestent leur compréhension par l'action, la démonstration et la communication. Les stratégies d'évaluation qui consistent à observer, à écouter et à poser des questions pertinentes doivent être utilisées pour saisir ce qui est fait, démontré et communiqué. L'observation est donc la stratégie la plus importante dans les premières années d'études et elle devrait être intégrée à toutes les autres formes d'évaluation. Néanmoins, d'autres outils d'évaluation, semblables aux outils utilisés dans les autres années d'études, devraient également être utilisés dans la classe. **Steffe et Cobb (1988) ont fait observer que les idées des jeunes enfants et leur façon de communiquer ces idées peuvent passer inaperçues, à moins que les enseignantes et enseignants n'aient recours à une gamme variée de stratégies d'évaluation.** Il faut cependant que ces stratégies soient utilisées d'une manière adaptée au niveau de développement des enfants dans les classes de la maternelle à la 3^{e} année, en tenant compte du fait que la façon dont on évalue le rendement à la maternelle et au jardin d'enfants sera bien différente de la façon dont on l'évalue en 3^{e} année.

En fait, surtout dans les premières années d'études, on ne devrait pas mettre un accent trop important sur les tests papier-crayon. L'évaluation devrait être une expérience positive et non perturbatrice, et elle ne devrait pas entraîner un sentiment d'infériorité chez les enfants. **L'évaluation devrait encourager les élèves à montrer ce qu'ils savent et ce qu'ils peuvent faire et non pas mettre l'accent sur ce qu'ils ne savent pas et ne peuvent pas faire. Une évaluation qui met l'accent sur les capacités des élèves tient compte du niveau de développement de l'enfant.**

L'approche la plus efficace est une approche globale de l'évaluation, qui tient compte des caractéristiques de l'enfant sur le plan physique, social, affectif, linguistique, comportemental et culturel. Au cours des premières années d'études, l'observation quotidienne informelle et la rétroaction immédiate sont les stratégies qui favorisent le plus l'apprentissage. Il faudrait donc mettre un accent primordial sur des activités continues d'observation et d'évaluation formatives.

Les recherches effectuées par l'Office de la qualité et de la responsabilité en éducation (OQRE) montrent qu'il est essentiel pour les enseignantes et enseignants d'appuyer leur jugement sur plusieurs sources d'information et sur diverses stratégies d'évaluation (Berger, Giroux-Forgette et Bercier-Larivière, 2002). Actuellement, les enseignantes et enseignants ont tendance à consigner toutes les données d'évaluation et à leur accorder la même importance lorsqu'ils calculent les notes à inscrire sur le bulletin. Les notes inscrites sur le bulletin ne devraient pas nécessairement refléter l'ensemble des données d'évaluation formative recueillies, mais devraient plutôt refléter le rendement de l'élève au moment de la préparation du bulletin.

Les enseignantes et enseignants devraient utiliser des stratégies d'évaluation qui fournissent une description aussi complète que possible du rendement et des attitudes de l'enfant en mathématiques. On trouvera ci-dessous une description de telles stratégies.

- **Observation**

  L'observation est probablement la stratégie la plus importante pour recueillir des renseignements sur les jeunes élèves pendant qu'ils travaillent et qu'ils interagissent avec leurs camarades de classe. Les enseignantes et enseignants devraient concentrer leur observation sur des habiletés, des caractéristiques ou des concepts bien précis et ils devraient consigner ce qu'ils observent au moyen de fiches anecdotiques ou d'autres moyens appropriés.

  > L'observation est une compétence essentielle de l'enseignante ou l'enseignant des jeunes enfants. On pense souvent que l'observation ne consiste qu'à « regarder » ou qu'à « surveiller » les enfants, mais elle exige aussi que l'on soit à l'écoute pour bien saisir les interactions telles qu'elles se produisent dans les cadres naturels. Lorsque les enseignantes et enseignants observent les enfants pour évaluer leur compréhension des mathématiques, ils doivent observer comment les enfants réalisent leur travail ainsi que le travail qui est produit. (Copley, 1999, p. 186, *traduction libre*)

- **Entrevues**

  Les entrevues sont un outil efficace pour recueillir des renseignements sur la réflexion, la compréhension et les habiletés mathématiques des jeunes enfants. Elles peuvent être formelles (Nantais, 1989) ou informelles, et elles sont axées sur une tâche spécifique ou une expérience d'apprentissage. Les entrevues comprennent une série structurée de questions; les questions posées et les réponses reçues donnent aux enseignantes et enseignants des renseignements sur les attitudes, les habiletés, les concepts ou les procédures. Selon Stigler (1988) :

  > Les enseignantes et enseignants japonais passent plus de temps que les enseignantes et enseignants américains à encourager leurs élèves à donner des explications verbales complètes sur des concepts et des algorithmes mathématiques. Cette façon de faire pourrait contribuer au succès des enfants japonais en mathématiques. (p. 27, *traduction libre*)

- **Conférences et conversations**

  Une conférence est utile pour recueillir des renseignements sur les progrès généraux d'un élève et pour déterminer les prochaines mesures. Une conférence ou une conversation peut se produire lors d'un enseignement individuel ou de manière informelle lorsque l'enseignante ou l'enseignant se promène dans la classe pendant que les enfants travaillent à résoudre un problème. Une conférence dirigée par l'élève, au cours de laquelle celui-ci présente son portfolio ou d'autres preuves de son apprentissage avec ses parents ou l'enseignante ou l'enseignant, constitue une manière efficace d'aider cet enfant à expliquer son propre apprentissage et à se fixer de nouveaux objectifs.

- **Portfolio et recueil de travaux**

  Un portfolio est un recueil d'échantillons des travaux d'un enfant. On peut y mettre des travaux écrits, des modèles, des photographies de l'élève au travail, des dessins, des entrées de journal ou toute autre preuve d'apprentissage. Les travaux sont choisis par l'enfant. On y retrouve un élément de réflexion qui permet à l'enfant de se rendre compte de l'apprentissage qu'il a fait. Le portfolio aide à suivre l'évolution des apprentissages de l'élève (Jalbert, 1997; Stenmark, 1991). L'évaluation du portfolio permet aux apprenantes et apprenants de montrer ce qu'ils savent et peuvent faire. Le portfolio peut se présenter sous diverses formes, depuis une simple chemise jusqu'à un coffre aux trésors, qui pourrait contenir divers travaux pour témoigner des progrès de la classe en mathématiques.

- **Tâches et travaux quotidiens**

  Les travaux quotidiens faits en classe permettent de fournir immédiatement une rétroaction et des mesures correctives aux élèves. La réflexion à laquelle se livrent ainsi les enseignantes et enseignants leur permet d'apporter des modifications immédiates à leur programme.

- **Journaux**

  Les journaux permettent aux élèves de partager ce qu'ils savent au sujet d'un concept mathématique. Un journal en mathématiques peut comprendre des textes écrits, des diagrammes, des dessins, des symboles faits avec un tampon, des autocollants, des tableaux ou d'autres méthodes de représenter les mathématiques. Les journaux permettent également aux élèves de décrire leurs sentiments à l'égard des mathématiques ou de dire comment ils se sentent en tant qu'apprenantes et apprenants en mathématiques. On devrait tenir compte de l'importance des échanges verbaux et il faudrait montrer par l'exemple comment communiquer oralement; de cette façon on fournit un soutien pédagogique structuré aux jeunes enfants qui ne sont pas toujours capables de communiquer toutes leurs idées par écrit. Les jeunes enfants peuvent tenir un journal oral au moyen d'un magnétophone ou d'entrevues.

- **Auto-évaluation**

  Il importe de donner aux élèves des occasions de réfléchir, de penser à leur propre apprentissage et d'en parler.

- **Questions ouvertes**

  Les questions ouvertes et les réponses fournies par l'élève aident l'enseignante ou l'enseignant à sonder la compréhension conceptuelle et la pensée critique de l'élève. Elles permettent le raisonnement et l'application des concepts compris et des habiletés acquises en mathématiques.

- **Tâches de performance**

  Les tâches de performance aident à évaluer ce que les élèves peuvent faire. Il s'agit de tâches qui sont généralement authentiques dans le sens qu'elles représentent des défis et des problèmes mathématiques réels. Elles peuvent être de nature purement mathématique ou être axées sur des contextes réels.

- **Projets et recherches**

  Les devoirs ou les projets qui sont à long terme se prêtent bien au développement des habiletés de résolution de problèmes et de réflexion d'un niveau supérieur. Si on y a recours au primaire, il importe de fournir un soutien pédagogique structuré en raison de leur complexité.

- **Examens, courts tests et questions à réponses brèves**

  Au cours des premières années d'études, les examens peuvent provoquer de l'angoisse et entraver le désir instinctif d'apprendre, qui est inné chez les enfants. Lorsqu'on a recours aux examens et aux tests, ceux-ci devraient comporter un ensemble équilibré de tâches axées sur les concepts et sur les procédures, devraient permettre aux élèves d'expliquer leurs réponses et devraient tenir compte du niveau de développement de l'enfant. Il convient de souligner que les examens et les tests ne devraient constituer qu'une petite partie du programme d'évaluation pour les premières années d'études.

Mathématiques pour tous

L'équité (...) se traduit par une classe où chaque enfant se sent accepté et reconnu en tant que personne, et où l'accès aux habiletés mathématiques valorisées par la culture est offert à tous les enfants (...) L'équité exige que l'on tente de répondre aux besoins de diverses personnes tout en organisant le groupe pour optimiser l'apprentissage de tous. (Fuson et coll., 2000, p. 200, traduction libre)

Le principe que tous les élèves peuvent apprendre un nombre important de concepts mathématiques est fondamental à l'enseignement des mathématiques dans les premières années d'études (NCTM, 2000). Les enseignantes et enseignants efficaces veilleront à donner à chaque enfant la possibilité d'apprendre les mathématiques. Pour y arriver, ils doivent relever le défi de répondre aux besoins d'une population étudiante diversifiée. Cette population comprend les élèves qui ont des difficultés d'apprentissage, des problèmes de comportement, des difficultés à apprendre une nouvelle langue et les élèves qui sont doués en mathématiques. Une seule approche pour l'enseignement et l'évaluation ne pourra répondre aux besoins divers de tous les élèves. Il faut au contraire faire appel à diverses stratégies d'enseignement. Une intervention efficace repose sur un enseignement efficace, qui vise à répondre aux besoins d'apprentissage de tous les élèves, met à profit l'intérêt des élèves pour les idées mathématiques, les pousse à aller plus loin et leur donne confiance en eux. Tous les enfants sont capables de connaître le succès dans leur apprentissage lorsqu'on leur fournit un soutien pertinent dans les domaines où ils en ont le plus besoin. Kilpatrick et ses collaborateurs (2001) soutiennent que « même si les

études effectuées à ce jour ne fournissent pas de lignes directrices claires pour enseigner les mathématiques aux enfants ayant de graves difficultés d'apprentissage, les expériences et les faits constatés jusqu'à présent indiquent que les mêmes principes d'enseignement et d'apprentissage s'appliquent à tous les enfants, y compris aux enfants en difficulté » (p. 341, *traduction libre*). Autrement dit, les descriptions des milieux d'apprentissage appropriés et des stratégies efficaces d'enseignement et d'évaluation s'appliquent également aux enfants ayant des besoins particuliers.

Knapp et ses collaborateurs (selon Fuson, sous presse) ont constaté que les enseignantes et enseignants exemplaires ayant des classes comptant un grand nombre d'élèves de milieux défavorisés ont réussi à améliorer leur compréhension conceptuelle en orientant les élèves vers d'autres stratégies de résolution de problèmes et en suscitant la réflexion et la discussion sur ces stratégies plutôt que sur les seules réponses. Les enseignantes et enseignants exemplaires ont aussi utilisé de multiples représentations et des situations de la vie réelle pour faciliter la compréhension, et ils ont montré par l'exemple des façons d'explorer la signification des problèmes ou des méthodes mathématiques. Toutes ces stratégies sont utiles pour tous les élèves. En règle générale, les mêmes principes d'enseignement et d'apprentissage s'appliquent à tous les enfants, y compris les enfants en difficulté.

Cependant, les élèves qui risquent d'obtenir un faible niveau de rendement en mathématiques à l'école devraient recevoir plus de soutien, selon leurs besoins. Certains élèves ont besoin qu'on leur prête une attention particulière, ce qui peut exiger l'utilisation d'une gamme variée de stratégies d'enseignement. Par exemple, Kameenui et Carnine ainsi que Geary (selon Fuson, sous presse) ont passé en revue la documentation sur la réussite scolaire des divers types d'apprenantes et d'apprenants et ils ont cerné des aspects cruciaux pour les stratégies d'enseignement et d'apprentissage qui réussissent chez les élèves ayant des difficultés d'apprentissage. Selon eux, il faudrait :

- *structurer l'apprentissage autour des grandes idées;*
- *enseigner des stratégies d'apprentissage spécifiques, au besoin;*
- *amorcer l'apprentissage (p. ex., en invitant et en encourageant les élèves à communiquer leurs connaissances);*
- *fournir un soutien pédagogique structuré, comme le tutorat entre camarades, les aides visuelles, les indices pour trouver les bonnes méthodes, la rétroaction durant la réflexion à haute voix;*

- *concevoir des activités efficaces de révision (p. ex., enseigner des stratégies spécifiques pour apprendre les opérations arithmétiques de base en se concentrant sur les liens entre les nombres – par exemple les opérations avec zéro – et échelonner de multiples exercices sur une certaine période, tout en en surveillant l'application et en fournissant une aide immédiate en cas de mauvaises réponses);*

- *utiliser des supports visuels plutôt que des consignes verbales pour les élèves ayant des difficultés en communication;*

- *permettre aux élèves qui ne comprennent pas bien les procédures mathématiques d'avoir recours à des techniques moins avancées, mais peut-être davantage fondées sur les concepts; par exemple, leur permettre de compter sur leurs doigts plutôt que de leur demander de mémoriser des stratégies de calcul.*

D'autre part, les enseignantes et enseignants qui ont des élèves dont le français est la langue seconde dans une école de langue française ou dont l'anglais est la langue seconde dans une école de langue anglaise devraient :

- *évaluer les aptitudes en mathématiques des élèves qui étudient dans une langue seconde en se fondant sur la capacité cognitive et non sur la maîtrise de la langue d'enseignement;*

- *collaborer avec l'enseignante ou l'enseignant ressource, si un tel soutien est disponible, pour élaborer des stratégies afin de répondre aux besoins des élèves qui étudient dans une langue seconde;*

- *permettre aux enfants d'élaborer leur propre langage mathématique et intégrer graduellement la terminologie appropriée;*

- *aider les enfants à établir des liens et des rapprochements entre les différents concepts;*

- *développer une compréhension commune par l'enseignement explicite et l'exploration des idées et des significations;*

- *encourager le milieu familial à favoriser et à appuyer l'acquisition de la langue d'enseignement de l'école.*

On peut aussi avoir recours, entre autres, aux stratégies suivantes pour aider les élèves ayant des difficultés en mathématiques :

Stratégies générales d'organisation et d'enseignement	**Stratégies propres aux mathématiques**
Les enseignantes et enseignants pourraient :	Les enseignantes et enseignants pourraient :
• utiliser des agrandissements de pages photocopiées ou d'autre matériel; • utiliser des dessins et des images; • recourir à des calculatrices; • recourir à du matériel de manipulation; • recourir à des articles adaptés : crayons avec bague de préhension, surligneurs, droite numérique sur le pupitre, tampons chiffrés; • recourir à des indicateurs de ligne, à des sections sur papier, à du papier quadrillé ou à du papier à lignes surélevées; • prévoir des espaces plus grands pour les réponses; • mettre moins d'informations sur chaque page; • mettre moins de problèmes sur chaque page; • inviter les élèves à répéter les instructions qui leur ont été données; • utiliser des diagrammes, des illustrations, des images, des documents multimédias et du matériel concret; • utiliser des rétroprojecteurs, des tableaux à feuilles mobiles, des stylos, des stylos-feutres ou des craies de couleurs différentes; • allouer du temps supplémentaire pour faire les travaux.	• reformuler les problèmes en termes plus simples; • indiquer les mots clés; • réduire la nécessité pour les élèves de copier du tableau en distribuant des photocopies; • demander aux élèves de travailler au tableau; • demander aux élèves de répéter les instructions données; • utiliser des cases, des cercles, des lignes, etc., pour bien séparer les problèmes; • tourner le papier ligné pour faire des colonnes; • créer des cartes mnémoniques ou des fiches aide-mémoire adaptées pour les enfants (p. ex., pour indiquer les étapes des diverses opérations) et les fixer à leur pupitre; • relier les problèmes présentés dans un texte à des situations de la vie réelle; • utiliser différentes couleurs pour faire des distinctions chaque fois que c'est possible; • utiliser des calculatrices; • renforcer les mathématiques dans d'autres contextes; • utiliser des jeux comme les dominos et les dés.

En général, pour que les interventions et les mesures correctives soient efficaces, les enseignantes et enseignants devraient :

- *reconnaître que tous les enfants peuvent apprendre les mathématiques;*
- *offrir un milieu stimulant qui favorise les attitudes positives à l'égard des mathématiques;*
- *s'appuyer sur les connaissances antérieures de l'enfant;*

- *faire en sorte qu'un dépistage précoce des difficultés d'apprentissage en mathématiques ait lieu (p. ex., en ayant recours à des entrevues diagnostiques et à l'équipe de soutien de l'école) et intervenir (p. ex., enseignement à de petits groupes, enseignement individuel, modification, substitution ou adaptation relativement au curriculum) pour répondre aux besoins des enfants ayant des difficultés d'apprentissage particulières;*
- *utiliser des stratégies d'évaluation pour déterminer les besoins individuels des élèves et élaborer des plans d'action appropriés;*
- *travailler avec l'enseignante ou l'enseignant ressource en éducation de l'enfance en difficulté et avec le personnel de soutien spécialisé du conseil scolaire, et utiliser des stratégies répondant aux besoins des enfants en difficulté;*
- *utiliser un vaste éventail de stratégies pour fournir des mesures correctives;*
- *participer aux activités de perfectionnement professionnel portant sur les besoins des enfants en difficulté;*
- *inviter les familles à appuyer les activités de mathématiques afin de renforcer davantage les attitudes positives à l'égard des mathématiques.*

Les directions d'école et les conseils scolaires appuient le travail des enseignantes et enseignants par les moyens suivants :

- *fournir un soutien et des ressources supplémentaires pour les programmes de mathématiques aux écoles ayant un grand nombre d'élèves en difficulté;*
- *sensibiliser la collectivité et établir des partenariats avec des organismes comme les centres de la petite enfance de l'Ontario et les associations œuvrant dans le domaine des difficultés d'apprentissage pour favoriser l'apprentissage des mathématiques;*
- *offrir des possibilités de perfectionnement professionnel portant particulièrement sur l'intervention précoce et les mesures correctives en mathématiques;*
- *fournir ou élaborer des outils d'évaluation pour dépister les élèves à risque ou ceux qui ont besoin d'activités d'enrichissement en mathématiques.*

Les enseignantes et enseignants qui utilisent diverses stratégies d'enseignement et qui fournissent un milieu propice à l'apprentissage où tous les élèves sont valorisés font en sorte que tous les enfants apprennent.

Sommaire d'un programme de mathématiques efficace

Un programme de mathématiques efficace devrait présenter un ensemble équilibré et diversifié de stratégies d'enseignement, de stratégies d'évaluation, de regroupements d'élèves et de types d'activités. Il faudrait donner aux élèves des possibilités d'acquérir les concepts mathématiques au moyen de l'apprentissage dirigé, de l'apprentissage partagé et de l'apprentissage autonome. Ainsi grâce à un programme diversifié et équilibré, on peut satisfaire et appuyer les besoins de tous les élèves. Une communauté d'apprenantes et d'apprenants et un programme de mathématiques efficaces exigent un soutien spécifique des cadres supérieurs, des directions d'école, des conseillères et conseillers pédagogiques, des coordonnatrices et coordonnateurs, et du personnel enseignant en classe.

4 Perfectionner et soutenir les compétences du personnel enseignant

Caractéristiques des modèles de perfectionnement professionnel efficaces

Les connaissances en mathématiques des enseignantes et enseignants et leurs compétences pédagogiques sont des éléments clés d'un apprentissage efficace. En aidant les enseignantes et enseignants à parfaire leurs connaissances et leurs compétences, on aide aussi les élèves à apprendre les mathématiques. Un bon apprentissage pour les enseignantes et enseignants inspire, appuie et guide un bon apprentissage pour les élèves.

Les activités de perfectionnement professionnel efficaces sont fondées sur une étude active, à long terme, du contenu et de la pédagogie des mathématiques. Il faudrait que ces activités s'inspirent de techniques qui prennent pour modèle l'apprentissage efficace et qui ont des liens directs avec les pratiques des enseignantes et enseignants. Les recherches sur les changements soulignent l'importance de répondre aux besoins de chaque enseignante ou enseignant, de lui fournir des possibilités d'apprentissage correspondant à ses besoins et de créer un climat d'entraide et d'expérimentation ainsi que des moyens d'apprentissage et de soutien continus. Ces fondements influent sur les décisions concernant la conception de programmes efficaces de perfectionnement professionnel (Loucks-Horsley, Hewson, Love et Stiles, 1998).

Le but du perfectionnement professionnel du personnel enseignant est d'améliorer l'apprentissage des élèves et leur compréhension des mathématiques. Un bon programme de perfectionnement professionnel augmente l'assurance et les connaissances des enseignantes et enseignants en mathématiques et les aide à mieux comprendre comment les élèves apprennent les mathématiques. Dans les activités de perfectionnement professionnel, les enseignantes et enseignants devraient étudier le contenu des mathématiques en se concentrant sur les concepts clés, explorer des façons de déterminer les connaissances antérieures des élèves et trouver des moyens d'établir des liens entre ces acquis et les apprentissages futurs. Ils devraient également approfondir leur compréhension et leur expérience des stratégies efficaces de l'enseignement des mathématiques. Plusieurs enseignantes et enseignants de l'élémentaire éprouvent de l'appréhension à l'égard des mathématiques et il faudrait tenir compte de cette attitude dans les activités de perfectionnement professionnel afin de leur permettre de développer une attitude positive à l'égard des mathématiques. Le perfectionnement professionnel devrait également

leur fournir des occasions de relier leurs nouvelles expériences à leur travail en classe. Les enseignantes et enseignants pourraient mettre à l'essai de nouvelles stratégies avec leurs élèves et ensuite communiquer avec des collègues pour discuter des résultats et chercher des façons de continuer à s'améliorer. Il importe que les collègues, les directions d'école et le conseil scolaire appuient le perfectionnement des enseignantes et enseignants.

Le perfectionnement professionnel du personnel enseignant des écoles de langue française présente des défis particuliers : le nombre relativement faible d'enseignantes et d'enseignants dispersés dans la province et le manque de ressources de langue française font en sorte qu'il est difficile d'organiser des séances de formation de manière efficace et efficiente, surtout dans les régions où la concentration de francophones n'est pas des plus importantes. Il faut continuer à investir dans la technologie de l'information puisque les enseignantes et enseignants des écoles de langue française et des écoles situées dans les régions isolées comptent beaucoup plus sur les communications vidéo et électroniques pour constituer un réseau d'apprentissage et accéder aux ressources. On constate également, surtout pour les premières années d'études, un manque de spécialistes de langue française en mathématiques qui peuvent offrir le soutien nécessaire et former les enseignantes et enseignants. Il importe de tenir compte de ces obstacles dans la conception de programmes de perfectionnement professionnel efficaces pour les enseignantes et enseignants de langue française.

Voici un sommaire des composantes d'un programme de perfectionnement professionnel efficace pour l'ensemble des enseignantes et enseignants de mathématiques dans les premières années d'études.

Un programme de perfectionnement professionnel efficace doit :

- **être relié à l'apprentissage des élèves et au curriculum;**

  Le perfectionnement professionnel devrait offrir des expériences permettant aux enseignantes et enseignants de déterminer ce que les élèves ont besoin de savoir et ensuite de définir les processus pouvant aider les élèves à construire efficacement ce savoir. Autrement dit, le perfectionnement professionnel devrait établir des liens pertinents avec le curriculum. Il importe que les enseignantes et enseignants sachent comment choisir et créer des ressources correspondant au curriculum. Il faudrait également les encourager à examiner de façon critique les ressources qui font la synthèse des concepts mathématiques et dégagent les grandes idées. Dans une large mesure, l'enseignement efficace des mathématiques repose sur la capacité de l'enseignante ou l'enseignant de transposer le contenu des mathématiques en des formes accessibles aux élèves.

- **valoriser l'enseignante ou l'enseignant dans sa démarche d'apprentissage et favoriser une communauté d'apprenantes et d'apprenants;**

  Le perfectionnement professionnel du personnel enseignant devrait reprendre les caractéristiques d'un apprentissage efficace pour les élèves. Il importe donc : de valoriser les acquis des enseignantes et enseignants, de les encourager à construire leur propre compréhension des mathématiques et de l'enseignement des mathématiques, de favoriser l'apprentissage par le partage et de leur donner le temps d'appliquer ce qu'ils ont appris et d'y réfléchir.

  Au sein d'une culture de collaboration, les enseignantes et enseignants devraient être encouragés à travailler ensemble au sein de leur école et de leur conseil pour enrichir leurs connaissances et pour développer leurs qualités de leadership. Le perfectionnement professionnel se réalise tant par une interaction structurée ou informelle que par des discussions de groupe entre enseignantes et enseignants. Cependant, de telles discussions doivent souvent être animées par une conseillère ou un conseiller pédagogique ou par une personne ressource de l'extérieur qui connaît bien l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques et qui possède de l'expérience dans le contexte élémentaire pour guider les échanges. Les discussions que peuvent alors avoir les enseignantes et enseignants de la même année d'études, qui partagent les mêmes expériences et les mêmes problèmes, les aideraient à interpréter leurs expériences et à se sentir moins isolés, et susciteraient des idées et des méthodes nouvelles. Quant aux enseignantes et enseignants qui sont seuls à enseigner à une année d'études et qui se sentent isolés dans une petite école ou une région éloignée, ils pourraient participer à des groupes de discussions en ligne pour appartenir à une communauté d'apprenantes et d'apprenants.

- **faire le lien avec le contenu et la pédagogie des mathématiques;**

  L'aptitude à rendre les mathématiques accessibles aux élèves repose sur la capacité de l'enseignante ou l'enseignant de reconnaître les aspects du contenu des mathématiques qui sont particulièrement pertinents pour l'apprentissage. Lee Shulman a appelé cette connaissance la « connaissance du contenu pédagogique », soit « cet amalgame particulier du contenu et de la pédagogie qui est le domaine exclusif des enseignantes et enseignants » (1987, p. 8, *traduction libre*). Pour toute partie spécifique du contenu, la connaissance du contenu pédagogique comprend la connaissance des éléments suivants :

  - ce qui rend le sujet facile ou difficile à comprendre – y compris les idées préconçues avec lesquelles les élèves abordent le sujet à l'étude;
  - les stratégies les plus susceptibles de dégager ce que comprennent les élèves afin d'éliminer les idées erronées;

- une gamme variée de moyens efficaces de représenter les idées comprises dans le sujet – analogies, illustrations, exemples, explications et démonstrations (Shulman, 1986, p. 9–10).

L'augmentation de la connaissance du contenu pédagogique des enseignantes et enseignants est un facteur principal de l'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques. Il importe que les enseignantes et enseignants connaissent les mathématiques qu'ils enseignent ainsi que les raisons pour lesquelles ils enseignent les mathématiques. Cette connaissance ne devrait pas être une simple compréhension superficielle d'une stratégie particulière. Les enseignantes et enseignants qui vont demander à leurs élèves de résoudre des problèmes mathématiques devraient eux-mêmes comprendre à fond les questions mathématiques qui peuvent survenir lorsque les élèves explorent différents types de solutions.

Il faut donner aux enseignantes et enseignants des possibilités d'approfondir leur compréhension tant des concepts mathématiques que de la pédagogie des mathématiques.

- **aider les enseignantes et enseignants à adopter des attitudes positives à l'égard des mathématiques;**

  Les perceptions des enseignantes et enseignants et leurs parcours professionnels jouent un rôle important dans ce qu'ils apprennent dans les activités de perfectionnement professionnel (Darling-Hammond et Ball, 2000). Les activités de perfectionnement professionnel devraient les aider à adopter des perceptions et des attitudes positives à l'égard des mathématiques – ce qui comprend leurs perceptions sur l'apprentissage et les apprenants, sur l'enseignement et les enseignants, sur la nature des mathématiques, sur le perfectionnement professionnel et sur le processus du changement (Loucks-Horsley et coll., 1998). On peut enrichir les activités de perfectionnement professionnel en offrant aux enseignantes et enseignants des occasions d'examiner leurs propres pratiques d'enseignement, de discuter de l'apprentissage des élèves et de partager leurs réflexions avec des collègues. Le perfectionnement professionnel résulte également du fait que les enseignantes et enseignants peuvent faire des expériences en mathématiques. Gadanidis, Hoogland et Hill (2002) parlent de ranimer la flamme des mathématiques chez les enseignantes et enseignants du palier élémentaire. Ils sont d'avis que, dans leur jeunesse, les enseignantes et enseignants ont aimé les mathématiques et qu'une mauvaise expérience, survenue plus tard, a détruit leur confiance. Selon eux, en explorant différents types de problèmes et en abordant les mathématiques comme si c'était une histoire, les enseignantes et enseignants pourront peut-être connaître à nouveau le succès et se sentir bien en tant que mathématiciennes et mathématiciens;

une attitude positive est un élément nécessaire pour aider les élèves à devenir de bons mathématiciens.

- **être continu et offrir des possibilités de communication, de réflexion et d'approfondissement;**

  Le perfectionnement professionnel devrait être fondé sur le cycle suivant : la sensibilisation, l'acquisition de connaissances, la modification des stratégies d'enseignement, l'application pratique et la réflexion. Les enseignantes et enseignants ont besoin de pouvoir analyser ce qu'ils apprennent et d'y réfléchir, ce qui demande du temps, de la disponibilité et des encouragements. Leur analyse et leur réflexion peuvent se faire en parlant entre eux, en tenant un journal ou en participant à une recherche-action (Darling-Hammond et Ball, 2000) ou à une recherche collaborative (Bednarz, 2000).

- **reconnaître la valeur d'une composante locale tout en ayant une perspective régionale;**

  L'un des grands avantages d'une composante locale dans les modèles de perfectionnement professionnel, c'est que le perfectionnement professionnel peut être façonné pour répondre aux besoins et aux objectifs des élèves, du personnel enseignant et de l'administration de l'école. Cependant, le modèle local devrait également être relié à une perspective ou à une initiative plus vaste. Un modèle faisant appel à la participation du leader pédagogique de chaque école permettrait d'assurer ce lien vital avec la perspective à l'échelle du conseil scolaire et de la province. Un tel modèle encourage les cadres administratifs de l'école, les leaders pédagogiques et le personnel enseignant à assumer certaines responsabilités en matière de perfectionnement professionnel tout en prenant part à une initiative de plus grande envergure qui possède un plus large appui. Ce modèle accroît la responsabilisation et la prise en charge et fournit une base pouvant soutenir la croissance à long terme. En adoptant un système axé sur les mathématiques, on favorise de meilleures possibilités de création de réseaux et de partage entre les familles d'écoles, ou entre les enseignantes et enseignants d'une même année d'études, à l'échelle d'un conseil scolaire, d'une région ou de la province.

- **utiliser une gamme variée de modèles de perfectionnement professionnel;**

  Les programmes de perfectionnement professionnel efficaces intègrent divers modèles, notamment :

  - l'accompagnement et le mentorat;
  - les équipes de recherche-action;
  - les groupes d'étude;

- les études de cas;
- les études de leçons;
- les réseaux professionnels;
- les clubs de lecture.

La mise en œuvre d'une gamme variée de modèles de perfectionnement professionnel permettra de répondre à différents niveaux de connaissance et de styles d'apprentissage.

- **prévoir un plan qui favorise la viabilité;**

  On devrait envisager le perfectionnement professionnel comme un programme à long terme, tout en prévoyant une série de buts à court terme, qui sont raisonnables et réalisables. Le perfectionnement professionnel à long terme facilite le changement et l'amélioration (Glickman, 2002). Toutefois, l'un des principaux obstacles au perfectionnement professionnel est le manque de temps et de ressources, ce qui entrave les efforts de collaboration et l'élaboration d'un programme efficace. Il importe que le perfectionnement professionnel, pour être judicieux, soit appuyé en tout temps par toutes les parties intéressées, c'est-à-dire les cadres administratifs des écoles et des conseils scolaires, les conseillères et conseillers pédagogiques ou les coordonnatrices et coordonnateurs en mathématiques à l'élémentaire, les mentors ou les animatrices et animateurs pédagogiques, les enseignantes et enseignants en classe, les parents et les élèves. De plus, il importe d'évaluer et de réviser continuellement les programmes de perfectionnement professionnel à la lumière d'indicateurs bien établis.

  Pour maintenir un perfectionnement professionnel continu, les leaders pédagogiques en mathématiques ont besoin de temps pour visiter les classes et rencontrer les enseignantes et enseignants. Une charge de travail réduite pour ceux-ci permettrait de faciliter l'élaboration d'un programme continu et soutenu de perfectionnement professionnel. Cette initiative devrait également être appuyée à l'échelle du conseil scolaire par les conseillères et conseillers pédagogiques ou les enseignantes et enseignants ressources, qui participent étroitement au soutien des programmes de mathématiques des premières années d'études.

  Dans le cadre d'autres initiatives portant sur les mathématiques dans les premières années d'études, comme l'initiative *Count Me In Too* réalisée en Australie, on a donné aux leaders pédagogiques un certain nombre de jours non affectés à l'enseignement pour les aider à faciliter le perfectionnement des autres enseignantes et enseignants; cette mesure était considérée comme étant essentielle à la réussite du programme (Outhred, 2002). Cela exige une programmation souple et l'appui des directions d'école.

- **bénéficier de l'appui de la direction d'école et des cadres supérieurs;**

  > La directrice ou le directeur d'école joue un rôle primordial pour créer les conditions propices au perfectionnement professionnel continu du personnel enseignant et, par conséquent, à l'amélioration des classes et de l'école. (Fullan, 1992, p. 96, *traduction libre*)

  La direction d'école et les autres cadres administratifs devraient participer activement au processus de perfectionnement professionnel et prendre des décisions éclairées à ce sujet à l'échelle de l'école et du conseil scolaire (Burch et Spillane, 2001; Payne et Wolfson, 2000). Les directrices et directeurs d'école avisés utilisent les recherches effectuées et les profils de la collectivité et des effectifs étudiants pour travailler avec le personnel afin de déterminer les objectifs d'amélioration de leur école. Ils peuvent ensuite relier le perfectionnement professionnel à l'amélioration de l'école, à la formation du personnel enseignant et à l'amélioration dans les classes (Newmann, King et Youngs, 2000).

  Les directions d'école et les cadres supérieurs ont également besoin de formation professionnelle pour comprendre ce qui constitue des expériences valables d'apprentissage des mathématiques dans les premières années d'études. Ils devraient également améliorer sans cesse leur compréhension de ce qui constitue un bon enseignement des mathématiques. Un programme efficace de perfectionnement professionnel comprend le perfectionnement professionnel des directrices et directeurs d'école et des cadres supérieurs afin de les sensibiliser à la question et d'obtenir leur soutien pour les initiatives en mathématiques dans les premières années d'études. De plus, si on fournit une formation aux cadres supérieurs à l'échelon du conseil scolaire, on pourrait être assuré que les initiatives des écoles et du conseil scolaire seront cohérentes et compatibles.

  Les directrices et directeurs d'école et les cadres supérieurs, en tant que chefs au niveau de l'école et du conseil scolaire, doivent appuyer l'enseignement et l'apprentissage efficaces des mathématiques en veillant à ce que les ressources appropriées soient disponibles, en créant et en maintenant une culture de collaboration au sein de l'école et en faisant preuve de créativité dans l'organisation du temps.

  Les directrices et directeurs d'école ont également pour rôle de motiver la communauté scolaire et d'appuyer les nouvelles initiatives. Ils devraient être d'un abord facile et devraient reconnaître et encourager l'innovation et la créativité dans les classes tout en tenant compte du fait que c'est pas à pas que l'on avance sur la voie de la réussite et que le changement prend du temps. Les directrices et directeurs d'école efficaces sont prêts à s'engager dans « un cycle continu d'innovation, de rétroaction et de révision sur le plan du curriculum, de l'enseignement et de l'évaluation » (Newmann et Wehlange,

1995, p. 38, *traduction libre*) dans les classes de mathématiques et dans la mise en œuvre des nouvelles initiatives.

- **être appuyé par les ressources appropriées;**

  Les enseignantes et enseignants devraient avoir facilement accès à des imprimés, à des vidéocassettes et à du matériel informatique pour appuyer leur propre cheminement et celui de leurs élèves. De telles ressources devraient être à la disposition des enseignantes et enseignants de mathématiques de langue française et de langue anglaise.

  Pour être efficace, le matériel de perfectionnement professionnel devrait :

  - être relié au curriculum de l'Ontario (*Jardin d'enfants, 1998; Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Mathématiques, 1997*);
  - fournir des connaissances de base en mathématiques;
  - mettre en relief les grandes idées et les concepts clés de chaque activité;
  - offrir des suggestions sur la façon d'intégrer les domaines d'étude;
  - expliquer clairement les concepts mathématiques;
  - démontrer des stratégies d'enseignement efficaces (p. ex., groupes coopératifs, matériel de manipulation, questions pertinentes);
  - présenter des manières d'intervenir pour appuyer les élèves qui ont un rendement faible et les élèves qui ont un rendement élevé;
  - présenter des idées pour évaluer le rendement des élèves de façon continue.

En résumé, un perfectionnement professionnel soutenu, qui est étroitement relié au curriculum et à l'apprentissage des élèves, est efficace. Un tel perfectionnement professionnel aide les enseignantes et enseignants à acquérir des connaissances, des compétences, des attitudes et des perceptions positives à l'égard des mathématiques en plus de les aider à parfaire leurs aptitudes en tant que praticiens réfléchis, ce qui contribue à créer une communauté d'enseignantes et d'enseignants en tant qu'apprenantes et apprenants.

Mise en œuvre et recherche

Pour mettre en œuvre des initiatives d'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage, il faut y consacrer du temps et des ressources, former les chefs, fournir du soutien administratif et prévoir des mécanismes pour suivre les progrès et faire les redressements nécessaires. Les pages qui suivent portent sur le rôle des cadres supérieurs, des directions d'école et des leaders pédagogiques. On y offre également des suggestions pour faciliter l'observation du processus de mise en œuvre et pour aider à en déterminer l'efficacité.

Bien qu'il n'existe aucune formule magique pour améliorer les écoles, nous connaissons depuis longtemps l'importance d'un bon leadership de la direction d'école pour apporter des changements positifs dans l'école. (Carlson, Shobha et Ramiriz, 1999, p. 17,* traduction libre*)

Les leaders efficaces travaillent sans relâche pour aider le personnel à se perfectionner, pour enrichir les relations au sein de l'école et entre l'école et la collectivité. Ils font aussi en sorte de mettre l'accent sur les objectifs et la cohérence des programmes. Leurs efforts visent principalement à assurer le perfectionnement du personnel et à favoriser un engagement à l'égard du changement et des conditions propices à la croissance tout en élaborant et en acquérant des ressources (Day, Harris, Hadfield, Tolley et Beresford, 2000; Leithwood, Jantzi et Steinbeck, 1999; Sebring et Bryk, 2000).

Les cadres administratifs ont un rôle de premier plan à jouer pour assurer une mise en œuvre réussie de la Stratégie de mathématiques au primaire ainsi que sa viabilité. Les conditions suivantes peuvent soutenir cette initiative :

- ***Les cadres supérieurs soutiennent l'engagement à l'égard des mathématiques dans les premières années d'études à l'échelle du système.*** *Les cadres supérieurs communiquent une vision commune à l'échelle du conseil scolaire et aident les directions d'école à élaborer une vision commune de ce que leurs écoles peuvent réaliser sur le plan de l'enseignement des mathématiques et du rendement des élèves.*

- ***Les cadres supérieurs établissent une orientation cohérente dans l'ensemble du système. Ils veillent à ce que les initiatives soient cohérentes à l'échelle de la province, du système, de l'école et de la classe.*** *L'établissement d'une orientation cohérente favorise la communication, le partage des ressources et la création d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants.*

- ***Les cadres supérieurs mettent l'accent sur l'expertise à l'interne.*** *Les cadres supérieurs élaborent des pratiques de dotation en personnel qui permettent au conseil scolaire et aux écoles d'engager des leaders pour les programmes de mathématiques. Les conseillères et conseillers pédagogiques et les coordonnatrices et coordonnateurs en mathématiques à l'élémentaire fournissent un leadership à l'échelle du système. Les enseignantes et enseignants en classe qui possèdent des compétences en mathématiques dans les premières années d'études sont invités à partager leurs pratiques, tant dans leur école qu'à l'échelle du conseil scolaire.*

- ***Les cadres supérieurs du conseil scolaire recourent à un processus pour appuyer les directions d'école et reconnaissent que les directrices et directeurs d'école nouvellement nommés peuvent avoir besoin de plus de soutien et de ressources.*** *Par exemple, le conseil scolaire peut créer des mécanismes pour permettre aux directrices et directeurs d'école (surtout ceux qui assument seuls la direction d'une école) d'assister à des séances de perfectionnement professionnel.*

- ***Les cadres supérieurs et les directions d'école prennent part à l'initiative en y participant directement et en appuyant le personnel enseignant.*** *Par exemple, il est essentiel de consacrer temps et efforts pour assurer le progrès; il importe d'encourager la disposition à prendre des risques et de reconnaître qu'il faut traverser diverses étapes pour progresser vers les changements désirés. À l'échelle du système, l'accent mis sur les mathématiques est partagé avec le personnel et on en tient compte dans la prise de décisions.*

- ***Les cadres supérieurs et les directions d'école appuient les nouvelles enseignantes et les nouveaux enseignants, qui peuvent avoir besoin d'une aide particulière ou additionnelle.*** *On peut leur offrir de l'aide par le mentorat, les conseils des conseillères et conseillers pédagogiques, des activités supplémentaires de perfectionnement professionnel, l'accès à des ouvrages et à des revues spécialisés.*

- ***Les cadres supérieurs et les directions d'école renseignent régulièrement le personnel et la collectivité des progrès réalisés relativement à la Stratégie de mathématiques au primaire.*** *Cela peut se faire au moyen de réunions du personnel ou du conseil scolaire, de bulletins, d'invitations personnelles, de communiqués, de dossiers de communication, etc.*

- ***Les cadres supérieurs et les directions d'école font preuve d'initiative quand il s'agit d'acheter les ressources nécessaires avec les fonds réservés à cette fin. Ces ressources sont décrites dans la section 3 « Enseignement et apprentissage des mathématiques » du présent rapport.*** *Les cadres supérieurs et les directrices et directeurs d'école sont encouragés à enrichir ces ressources chaque fois que c'est possible en ayant recours à des professionnels de l'extérieur, aux compétences du personnel interne, à des revues spécialisées, à Internet, à des vidéocassettes, à des bénévoles compétents des programmes éducatifs et communautaires, à des stages efficaces pour les élèves des programmes coopératifs, aux conseillères et conseillers pédagogiques en mathématiques du conseil scolaire et aux services pour les programmes.*

- ***Les cadres supérieurs et les directions d'école appuient un programme de rétroaction relatif à cette initiative.*** *La rétroaction fournit des renseignements sur la mise en œuvre et permet d'y apporter des modifications en cours de route. On fait, plus loin dans ce rapport, des suggestions relativement à la rétroaction pendant la mise en œuvre.*

- ***Les cadres supérieurs communiquent régulièrement avec les représentants du conseil scolaire et les conseillères et conseillers scolaires au sujet de cette initiative et de ses progrès, et célèbrent les succès obtenus.*** *En soulignant l'importance de bonnes pratiques d'enseignement des mathématiques dans les premières années d'études, on enrichit tout le milieu de l'éducation.*

- *Plus précisément, les directrices et directeurs d'école qui sont efficaces :*
  - ***assistent et participent aux séances de perfectionnement professionnel découlant de cette initiative et approfondissent leur connaissance des mathématiques et de l'enseignement des mathématiques;***

    Par exemple, les directrices et directeurs d'école pourraient assister à des cours d'été, lire des rapports de recherche et des revues spécialisées, visiter les classes et prendre part à l'examen et à la sélection des ressources.
  - ***organisent et supervisent le perfectionnement professionnel pour toute l'école;***
    Les directrices et directeurs d'école peuvent utiliser divers moyens pour faciliter ce processus. Par exemple, ils peuvent prévoir une période commune pour la préparation des cours et la tenue des réunions, prévoir le remplacement des enseignantes et enseignants qui assistent à des séances de perfectionnement professionnel, s'assurer que les enseignantes et enseignants sont en mesure d'assister aux séances de perfectionnement professionnel, encourager l'établissement de tranches de temps pour l'enseignement des mathématiques.
  - ***prévoient un processus continu pour la pratique, le partage, la collaboration et la réflexion;***
    Les directrices et directeurs d'école devraient célébrer les réussites et offrir leur soutien en cas de difficultés.
  - ***communiquent au personnel l'information et le matériel relatifs aux séances de perfectionnement professionnel;***
    Cela peut se faire au moyen de réunions du personnel, de bulletins, d'invitations personnelles, de communiqués, de dossiers de communication, etc.

- ***encouragent l'utilisation des ressources disponibles en mathématiques;***
  Il serait bon de mettre à la disposition du personnel un répertoire des ressources disponibles en mathématiques. En plus des ressources destinées aux classes, on pourrait établir un centre de ressources des mathématiques qui mettrait à la disposition de tout le personnel enseignant de la documentation.
- ***appuient les liens avec la collectivité et le foyer familial et informent le conseil d'école de cette initiative et des progrès réalisés;***
  Pour répondre aux objectifs de cette initiative, on peut notamment recourir à des programmes tels que les soirées de mathématiques pour la famille, les calendriers d'activités de mathématiques, et on peut établir des liens solides avec le foyer familial pour sensibiliser davantage les parents et la collectivité. On pourrait discuter avec le conseil d'école des besoins en mathématiques et lui transmettre le répertoire des ressources disponibles.

Importance du leader pédagogique

Dans chaque école, la désignation d'une enseignante ou d'un enseignant comme leader pédagogique, qui veillera à l'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques dans les premières années d'études, est un élément essentiel pour favoriser l'échange des renseignements, pour créer une culture de collaboration parmi les enseignantes et enseignants en tant qu'apprenantes et apprenants, et pour améliorer l'apprentissage des mathématiques par les élèves.

Qualités du leader pédagogique

Le leader pédagogique devrait :

- *être enthousiaste à l'égard de l'enseignement des mathématiques;*
- *se considérer comme une personne qui apprendra toute sa vie;*
- *prendre des risques et ne pas craindre d'essayer de nouvelles approches;*
- *pouvoir communiquer efficacement;*
- *être respecté par ses collègues;*
- *avoir une attitude positive, surtout à l'égard des mathématiques;*
- *être disposé à partager ses idées.*

Rôle du leader pédagogique

Le rôle du leader pédagogique peut évoluer avec le temps. Au début, il lui faut assimiler et mettre à l'essai certaines des nouveautés en matière d'enseignement des mathématiques.

Au début, le rôle du leader pédagogique sera donc :

- *d'assister aux séances de formation initiale;*
- *d'acquérir de la confiance en appliquant de nouvelles stratégies en mathématiques dans sa propre classe;*
- *de réfléchir sur ses propres pratiques – par l'intermédiaire d'un journal, d'entrevues ou de questionnaires;*
- *de rencontrer les autres leaders pédagogiques à l'échelle du conseil scolaire ou de la région.*

Par la suite, le leader pédagogique sera en mesure :

- *d'assister aux séances de perfectionnement professionnel;*
- *de continuer à mettre en œuvre de nouvelles stratégies en mathématiques dans sa propre classe;*
- *d'offrir un soutien à l'équipe des premières années d'études de son école;*
- *de partager des ressources et des idées avec d'autres membres du personnel de manière continue;*
- *de servir de mentor, au besoin;*
- *d'être une source de soutien pour les autres membres du personnel enseignant;*
- *d'être chef d'équipe pour les enseignantes et enseignants de mathématiques des premières années d'études dans son école.*

Soutien nécessaire au leader pédagogique

Le leader pédagogique a besoin de ce qui suit :

- *d'activités de perfectionnement professionnel portant sur les concepts mathématiques importants et sur de bonnes stratégies d'enseignement et d'apprentissage;*

- *de ressources favorisant l'enseignement et l'apprentissage efficaces des mathématiques en classe, notamment du matériel de manipulation destiné aux élèves et du matériel pédagogique pouvant aider le personnel enseignant à préparer des activités judicieuses pour la classe;*

- *du soutien de la direction d'école et du conseil scolaire indiquant que l'on reconnaît la valeur du travail du personnel enseignant et de l'éducation en mathématiques;*

- *du personnel ressource et de soutien du conseil scolaire, tels que les conseillères et conseillers pédagogiques ou les coordonnatrices et coordonnateurs qui possèdent une expertise dans le domaine des mathématiques au palier élémentaire;*

- *d'un réseau ou de liens avec d'autres leaders pédagogiques et d'autres professionnels, par exemple, la personne qui a animé la séance de formation initiale destinée aux leaders pédagogiques;*

- *de suggestions sur la façon d'échanger avec d'autres leaders pédagogiques et de soutenir et d'appuyer les enseignantes et enseignants à l'échelon local;*

- *de temps pour la planification, la réflexion et le partage.*

Mise en œuvre de la Stratégie de mathématiques au primaire : rétroaction et recherche

Il est important de mener des projets de recherche sur la mise en œuvre de la Stratégie de mathématiques au primaire, car c'est la seule façon d'évaluer systématiquement les changements à l'échelle de la province. La recherche devrait comporter plusieurs facettes et porter sur l'amélioration de la compréhension des mathématiques par le personnel enseignant et par les élèves, sur l'amélioration de leur attitude à l'égard des mathématiques et sur les changements observés dans les pratiques en classe.

On devrait entreprendre des projets de recherche et des activités de rétroaction. Aux fins du présent document, les projets de recherche sont des projets bien structurés effectués à l'échelon local (p. ex., des études de cas) ou à l'échelle provinciale (p. ex., des questionnaires). Les activités de rétroaction sont des projets réalisés au sein d'une école pour répondre à certains objectifs; elles peuvent varier d'une école à l'autre en raison des différentes réalités locales. Ces activités de rétroaction fourniront des renseignements utiles aux intervenants.

La recherche devrait viser à brosser un tableau complet en intégrant des données qualitatives et quantitatives et des analyses de ces données. Il est important que la recherche porte

sur plusieurs facettes et qu'elle se fonde sur l'amélioration de la compréhension des mathématiques par les élèves et sur les changements apportés aux pratiques en classe. L'amélioration de la compréhension des mathématiques par les élèves et de leurs démarches en mathématiques ne peut être que partiellement mesurée par les tests de l'OQRE. Il faut aussi étudier d'autres indicateurs.

Il est important de mener des activités de rétroaction pour assurer le suivi du processus de mise en œuvre. Les séances de rétroaction appuieront et favoriseront les nombreuses composantes des modèles de perfectionnement professionnel efficaces qui sont décrits dans le présent rapport. La rétroaction permettra de faire les redressements nécessaires pour appuyer et améliorer de manière continue l'efficacité de l'initiative.

Exemples tirés d'autres projets de recherche

Dans le cadre d'une initiative portant sur les mathématiques au primaire réalisée en Nouvelle-Zélande, *Count Me in Too* (Thomas et Ward, 2001), le but de la recherche sur cette initiative était d'établir l'incidence du projet sur les animateurs, le personnel enseignant et les élèves. Cette recherche a surtout porté sur l'efficacité du programme de formation des animateurs et sur l'incidence de l'initiative sur leurs connaissances professionnelles. Les données ont été recueillies au moyen de questionnaires à réponses libres distribués à la fin de la formation et à la fin du projet. La recherche a aussi examiné l'efficacité du perfectionnement professionnel par rapport aux connaissances professionnelles du personnel enseignant. Au moyen d'un questionnaire distribué à la fin du projet, on a recueilli des données démographiques et biographiques ainsi que des renseignements sur les perceptions au sujet de l'efficacité du programme. Des études de cas ont porté sur des enseignantes et enseignants de deux écoles qui avaient participé à la formation. Ces études de cas comprenaient des entrevues semi-structurées et des schémas de concepts. Un questionnaire destiné aux directions d'école étudiait leurs perceptions relativement à l'efficacité du programme. L'efficacité du projet par rapport aux élèves a été examinée au moyen de deux évaluations, la première à la fin de la période de perfectionnement professionnel et la deuxième quinze semaines plus tard.

La stratégie nationale du calcul en Angleterre, qui fait partie de la stratégie nationale d'alphabétisation et de calcul, a été étudiée par les inspecteurs scolaires et a aussi fait l'objet d'une évaluation externe effectuée par un groupe de chercheurs de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario, qui fait partie de l'Université de Toronto. Cette évaluation externe était un projet d'envergure qui comprenait une collecte de données échelonnée sur plusieurs années et qui comportait la collecte de données nationales et régionales au

moyen de documents de suivi, d'entrevues, de conférences, d'observations et d'observations durant les réunions. À l'échelon local, les données ont été recueillies à partir de sondages, de visites dans les écoles pour prendre connaissance des données d'évaluation, de l'observation de leçons en classe et d'entrevues avec des enseignantes et enseignants, avec des consultantes et consultants et avec des gestionnaires des programmes d'enseignement de base du calcul (Earl, Fullan, Leithwood et Watson, 2000; Earl, Levin, Leithwood, Fullan et Watson, 2001).

Suggestions de modèles de recherche et de rétroaction pour la Stratégie de mathématiques au primaire

On suppose que le ministère de l'Éducation effectuera le suivi auprès des conseils scolaires pour ce qui est du niveau de participation et de l'utilisation des ressources. Les conseils scolaires voudront examiner la mise en œuvre dans différentes écoles pour déterminer comment les facteurs relatifs au personnel enseignant et à l'école modifient l'assurance des enseignantes et enseignants et l'apprentissage des élèves. Il faudrait pouvoir déterminer si le type et le nombre d'activités de perfectionnement professionnel ont une incidence sur l'apprentissage des élèves.

Les suggestions suivantes portent sur les activités de recherche qui pourraient être coordonnées à l'échelle provinciale. Des suggestions sont aussi faites pour les activités de rétroaction à l'échelon local ou régional.

Activités de recherche possibles à l'échelle provinciale

La recherche effectuée à l'échelle de la province devrait mettre l'accent sur l'incidence de la Stratégie de mathématiques au primaire; plus précisément, elle devrait se pencher sur les changements dans l'apprentissage des mathématiques par les élèves et, puisque l'apprentissage des élèves est si étroitement lié au milieu dans lequel l'apprentissage se fait, elle devrait également étudier les changements survenus dans la confiance en eux-mêmes qu'éprouvent les enseignantes et enseignants à l'égard des mathématiques et de leur enseignement des mathématiques en classe. Cette recherche devrait comprendre :

- *des questionnaires portant sur la mise en œuvre dans les écoles : rôle de la direction d'école, types d'activités de perfectionnement professionnel en mathématiques, ressources de l'école, soutien reçu par le leader pédagogique (avant et après);*
- *des questionnaires portant sur les attitudes des enseignantes et enseignants, leurs perceptions, leurs pratiques pédagogiques et les activités d'enseignement et d'évaluation;*

- *des questionnaires destinés aux leaders pédagogiques portant sur les changements dans leurs attitudes, leurs perceptions et leurs pratiques pédagogiques;*
- *une analyse des résultats des tests de l'OQRE;*
- *une analyse du sondage effectué par l'OQRE auprès des enseignantes et enseignants;*
- *des études de cas de certaines écoles et de certaines classes pour voir comment se fait la mise en œuvre;*
- *des études de cas portant sur les leaders pédagogiques.*

Activités de rétroaction possibles à l'échelon de l'école et de la région

À l'échelon de l'école et de la région, les activités de rétroaction contribueront à appuyer les enseignantes et enseignants et fourniront des renseignements permettant de procéder aux redressements et aux améliorations nécessaires tout au long de l'initiative. La rétroaction permettra ainsi d'effectuer des modifications tout au long du processus afin de mieux répondre aux besoins des élèves et du personnel enseignant. Les modèles de rétroaction à l'échelon local contribueront à renseigner sur les pratiques d'enseignement et fourniront un profil de l'école plus clair que celui qu'on peut obtenir en n'examinant que les résultats des tests de l'OQRE. Voici quelques suggestions d'activités de rétroaction à l'échelon local et régional :

- *des groupes de discussions en ligne pour les leaders pédagogiques d'une région donnée;*
- *des suggestions précises de rétroaction destinées aux leaders pédagogiques dans leur travail avec les autres membres du personnel enseignant;*
- *des visites dans les classes par le leader pédagogique;*
- *des schémas conceptuels de la compréhension qu'ont les enseignantes et enseignants de l'apprentissage des mathématiques, ou de la compréhension qu'ont les élèves d'un domaine d'étude particulier;*
- *une liste de contrôle des stratégies d'enseignement efficaces afin d'aider les enseignantes et enseignants à déterminer où ils en sont et à voir où ils peuvent s'améliorer;*
- *des portfolios et des journaux pour les enseignantes et enseignants;*
- *des questionnaires destinés au personnel enseignant.*

Il est possible de combiner les modèles de recherche à l'échelle provinciale et les modèles de rétroaction à l'échelon local. Par exemple, les leaders pédagogiques pourraient répondre aux questionnaires visant à recueillir des données provinciales; les mêmes questionnaires pourraient être utilisés par les conseils scolaires pour surveiller les progrès de l'initiative. On pourrait utiliser le modèle de rétroaction ci-dessous pour obtenir des données tant à l'échelon local qu'à l'échelle provinciale.

Modèle de rétroaction possible

5 Sommaire et conclusions

Le tableau suivant présente les composantes d'un milieu propice à l'apprentissage, d'un programme de mathématiques efficace et d'un programme de perfectionnement professionnel efficace pour les mathématiques dans les premières années d'études. Un résumé et des observations suivent le tableau.

Tableau sommaire de l'éducation en mathématiques dans les premières années d'études

Dans un milieu propice à l'apprentissage :

- une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques se crée et est soutenue pendant toute l'année;
- les enseignantes et enseignants croient et démontrent que l'apprentissage des mathématiques peut et devrait être un plaisir; ils croient aussi que tous les enfants peuvent comprendre les mathématiques;
- les élèves et les enseignantes et enseignants ont des perceptions et des attitudes positives à l'égard des mathématiques;
- on valorise les connaissances antérieures des élèves, et l'apprentissage tient compte des idées et des stratégies en mathématiques que les élèves connaissent déjà;
- les mathématiques enseignées à l'école sont reliées au monde de l'enfant et à d'autres matières;
- les enseignantes et enseignants mettent l'accent sur les concepts mathématiques importants et les soulignent pendant ou vers la fin de la leçon;
- on met l'accent sur les grandes idées en mathématiques du curriculum;
- les élèves apprennent de nouveaux concepts mathématiques en explorant des problèmes, en expliquant leur réflexion et leurs idées mathématiques et en réfléchissant à leur apprentissage;
- les enseignantes et enseignants utilisent différents types de questions qui offrent des défis aux élèves pour les amener à réfléchir et à raisonner;
- les parents, les enseignantes et enseignants et les élèves travaillent ensemble pour appuyer l'apprentissage des mathématiques;
- le perfectionnement professionnel permet aux enseignantes et enseignants d'explorer les concepts et la pédagogie des mathématiques;
- les directions d'école et les cadres supérieurs appuient et favorisent la création d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques dans leur école ou leur conseil scolaire.

Un programme de mathématiques efficace dans les premières années d'études suppose ce qui suit :

- un ensemble équilibré d'activités d'apprentissage dirigé, partagé et autonome;
- l'utilisation de stratégies d'évaluation variées, comme l'observation ou l'écoute des élèves, qui se fondent sur le curriculum et tiennent compte des étapes de développement des enfants;
- des modifications à la planification et aux stratégies d'enseignement à la suite de l'évaluation;
- des tâches significatives qui permettent aux élèves de réaliser différents produits en utilisant différentes stratégies;

Tableau sommaire de l'éducation en mathématiques dans les premières années d'études (*suite*)

- des tranches de temps réservées aux mathématiques;
- du matériel de manipulation qui est visible, accessible et utilisé par les élèves pour explorer les concepts mathématiques;
- l'utilisation de la littérature pour enfants comme point de départ au dialogue et à la recherche en mathématiques;
- des ressources didactiques qui peuvent améliorer l'apprentissage des élèves;
- des calculatrices qui servent à appuyer plutôt qu'à remplacer l'apprentissage des mathématiques;
- des logiciels qui amènent les élèves à travailler à des problèmes pertinents.

Un programme de perfectionnement professionnel efficace en mathématiques :

- valorise les acquis des enseignantes et enseignants;
- contribue à une meilleure compréhension des mathématiques et accroît le degré de confiance du personnel enseignant dans cette matière;
- fait connaître des stratégies efficaces d'enseignement et d'évaluation et en favorise l'utilisation;
- tient compte de l'apprentissage des élèves, du curriculum et des pratiques utilisées dans la classe;
- alloue du temps pour la pratique, la réflexion, le dialogue et le partage entre les membres du personnel enseignant;
- reconnaît qu'il faut du temps et un appui soutenu pour qu'il y ait amélioration;
- est appuyé et valorisé par la communauté scolaire, notamment les parents, les directions d'école, les cadres supérieurs, le conseil scolaire et le ministère de l'Éducation.

Comme les premières années de scolarisation constituent un jalon important du parcours éducatif, il est essentiel que les élèves connaissent des expériences de réussite en mathématiques durant cette période. Tous les élèves peuvent apprendre plusieurs concepts mathématiques s'ils évoluent dans un milieu d'apprentissage qui encourage et appuie l'apprentissage des mathématiques et si les stratégies d'enseignement et d'évaluation qui y sont utilisées favorisent un bon apprentissage des mathématiques.

Il importe que les enfants développent une attitude positive à l'égard des mathématiques et qu'ils aient confiance en leurs propres capacités. Ce sont là les composantes clés de leur apprentissage actuel des mathématiques et de leur rendement futur dans cette matière. Le milieu d'apprentissage doit favoriser le développement d'une attitude positive, inviter les élèves à proposer des hypothèses et à prendre des risques, les encourager à comprendre le sens des mathématiques et les aider à relier ce qu'ils apprennent aux connaissances qu'ils possèdent déjà en mathématiques et au monde qui les entoure. Il faut toute une communauté pour arriver à créer et à favoriser un tel milieu d'apprentissage. Il va sans

dire que les parents, les enseignantes et enseignants et les enfants sont des partenaires essentiels dans le processus d'apprentissage. Il faut pouvoir compter sur le soutien d'autres intervenants, tels que les directrices et directeurs d'école, les surintendantes et surintendants, les conseillères et conseillers pédagogiques du palier élémentaire, les conseils scolaires et le ministère de l'Éducation; leur soutien est essentiel pour favoriser la création d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants en mathématiques. En fournissant aux enfants les conditions nécessaires pour un apprentissage réussi des mathématiques, on peut appuyer les apprenantes et apprenants en mathématiques de façon qu'ils abordent les mathématiques avec confiance et savoir-faire et qu'ils continuent à utiliser et à promouvoir les mathématiques dans la société actuelle.

Un bon programme d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques reconnaît que les enfants arrivent à l'école dotés d'une vaste connaissance des mathématiques. Un apprentissage efficace a lieu lorsque les enseignantes et enseignants planifient des programmes de mathématiques qui tiennent compte du niveau de développement cognitif, linguistique, physique et socio-affectif des enfants. Les enfants apprennent et comprennent les concepts mathématiques lorsqu'ils peuvent construire leur propre compréhension des mathématiques en faisant, en parlant et en réfléchissant à leurs actions, plutôt qu'en ne faisant qu'observer. Pour cette raison, ils ont besoin de ressources appropriées, tels que du matériel de manipulation, du matériel technologique et des activités de résolution de problèmes qui favorisent le travail mathématique. Il importe aussi que le programme soit fondé sur de bonnes mathématiques, qui mettent l'accent sur les grandes idées en mathématiques. Des activités fondées sur de bonnes mathématiques sont soutenues par des enseignantes et enseignants qui possèdent une bonne compréhension de ces grandes idées et qui peuvent aider leurs élèves à renforcer leur compréhension par des questions, des dialogues et de la pratique. Il est important de ne pas presser les enfants à réaliser les tâches sur les procédures mathématiques avant qu'ils n'aient compris le concept. **Pour aider les élèves à saisir les concepts fondamentaux en mathématiques et à développer leur confiance en leurs capacités dans cette matière, il faut leur proposer des activités de résolution de problèmes qui ont un sens et les encourager à communiquer leurs idées. De plus, il faut veiller à renforcer les connaissances qu'ils viennent d'apprendre et les habiletés qu'ils viennent d'acquérir**.

Comme les enfants démontrent leur compréhension par l'action, par la démonstration et par la communication, il est important d'utiliser les stratégies d'évaluation appropriées comme l'observation, l'entrevue, le dialogue, le portfolio et d'autres méthodes faisant appel à la communication et à l'auto-réflexion. L'observation et le dialogue sont les principales

stratégies pour évaluer le rendement des enfants des premières années d'études et pour assurer leurs progrès. Une stratégie aussi simple que l'observation, si elle est effectuée par une enseignante ou un enseignant efficace qui connaît bien les étapes de développement de l'enfant, peut fournir des renseignements importants qui serviront à soutenir les progrès de l'enfant dans sa compréhension des mathématiques.

Les enseignantes et enseignants font toute la différence. Une enseignante ou un enseignant efficace influence de façon importante l'apprentissage de ses élèves. Darling-Hammond et Ball (2000) sont d'avis que :

> Les compétences des enseignantes et enseignants, c'est-à-dire ce qu'ils savent et peuvent faire, interviennent dans toutes les tâches fondamentales liées à l'enseignement. Ainsi, ce que les enseignantes et enseignants choisissent comme textes et comme ressources didactiques et leur façon de présenter ce matériel en classe dépendent largement de leur compréhension de la matière et des élèves. Leur capacité à évaluer les progrès réalisés par les élèves dépend également de leur propre connaissance de la matière et de leur façon de comprendre et d'interpréter ce que disent et ce qu'écrivent les élèves. (p. 1, *traduction libre*)

Une enseignante ou un enseignant efficace en mathématiques devrait bien connaître la matière, être à l'aise dans cette matière et avoir confiance en ses capacités dans cette matière, comprendre comment les enfants apprennent les mathématiques et être au courant des stratégies d'enseignement et d'évaluation efficaces. Il importe que l'enseignante ou l'enseignant ait le temps d'assimiler et d'utiliser les nouvelles idées et les nouvelles informations. Il importe aussi que les enseignantes et enseignants puissent vivre des expériences qui leur permettront de construire leur propre compréhension de ce qu'est un enseignement et un apprentissage efficaces des mathématiques. **Le perfectionnement professionnel devrait refléter les caractéristiques d'un bon apprentissage pour les élèves : les connaissances antérieures sont valorisées, de nouvelles connaissances sont acquises, du temps est alloué pour le dialogue, la pratique et la réflexion, le soutien trouvé au sein d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants est favorisé.** On peut améliorer l'apprentissage et la compréhension des élèves en augmentant les connaissances des enseignantes et enseignants sur la pédagogie par le biais d'un modèle de perfectionnement professionnel qui met l'accent sur une amélioration progressive. Le perfectionnement professionnel doit être continu, appuyé par tous les intervenants et adapté aux besoins des élèves et du personnel enseignant.

Les enfants apprennent naturellement lorsqu'on leur fournit des possibilités et des défis intéressants et lorsqu'ils se sentent encouragés par leurs camarades, leurs parents et leurs enseignantes et enseignants. L'acquisition des concepts et des procédures durant cette période de développement cognitif joue un rôle déterminant dans leur compréhension et leur réussite futures en mathématiques. Les élèves ont besoin de programmes équilibrés et adaptés à leur niveau de développement, d'une communauté qui les appuie et d'enseignantes et d'enseignants efficaces. Pour former et soutenir des enseignantes et enseignants efficaces, il est nécessaire d'obtenir le soutien de toute la communauté éducative.

En conclusion, la table ronde des experts en mathématiques reconnaît l'importance de solides fondements en mathématiques dans les premières années d'études pour préparer les élèves à leur apprentissage et à leurs expériences futurs en mathématiques. Le présent rapport constitue une première étape importante pour créer une dynamique à ce sujet à l'échelle de la province. **Cependant, les perceptions, les attitudes et les pratiques pédagogiques ne changeront pas du jour au lendemain. Pour apporter des changements à l'échelle du système d'éducation, il faudra y consacrer des efforts soutenus, du temps et des ressources, et il faudra aussi obtenir le soutien de tous les intervenants de la communauté éducative.**

Glossaire

Attentes (du curriculum). Les connaissances et les habiletés que les élèves devraient acquérir et démontrer. Le programme-cadre de mathématiques du curriculum provincial énonce des attentes pour chaque année d'études de la 1re à la 8e année.

Cadres supérieurs. Dans les conseils scolaires, les agentes et agents de supervision et les directrices et directeurs de l'éducation qui sont responsables de la mise en œuvre de la *Loi sur l'éducation* et des politiques du Ministère et des conseils scolaires relativement à l'enseignement et à l'apprentissage.

Compréhension conceptuelle. La compréhension conceptuelle ne consiste pas simplement à savoir comment utiliser une prodécure; la compréhension conceptuelle est bien plutôt la capacité d'utiliser ses connaissances d'une façon souple, c'est-à-dire d'appliquer correctement ce qu'on a appris dans un contexte à un autre contexte.

Concepts mathématiques. Les principes fondamentaux en mathématiques.

Connaissance des procédures. En mathématiques, la connaissance de la procédure appropriée à sélectionner et de la façon d'appliquer correctement cette procédure.

Développement conceptuel. Processus permettant d'accroître la capacité cognitive à entreprendre les tâches et à comprendre les concepts. Cette compréhension des concepts est liée au développement linguistique, physique et socio-affectif des enfants.

Domaines d'étude. Les sections du programme-cadre de mathématiques qui énoncent les connaissances et les habiletés. Les cinq domaines d'étude des mathématiques pour la 1re à la 8e année sont les suivants : numération et sens du nombre, mesure, géométrie et sens de l'espace, modélisation et algèbre, et traitement des données et probabilité.

Étapes de développement. Les jalons du développement physique, intellectuel, affectif, social et moral des enfants. Les enfants passent par des étapes de développement dans leur compréhension des concepts mathématiques.

Évaluation. Processus qui consiste à recueillir des renseignements sur les connaissances et les habiletés des élèves et à leur donner une rétroaction descriptive pour les aider à améliorer leur apprentissage. On peut obtenir ces renseignements de diverses façons, notamment en observant l'élève et en rassemblant de la documentation sur son travail. L'évaluation consiste aussi à juger et à interpréter les renseignements recueillis et à attribuer une note en conséquence.

Grandes idées. En mathématiques, les concepts mathématiques importants. En aidant les élèves à se concentrer sur les grandes idées, on les encourage à établir des liens en mathématiques.

Grille d'évaluation. Une section présentée dans les programmes-cadres du curriculum. La grille d'évaluation du programme-cadre de mathématiques comprend quatre compétences distinctes quant aux connaissances et aux habiletés à acquérir, soit la résolution de problèmes, l'acquisition de concepts, l'application des procédures et la communication. Pour chacune de ces compétences, il existe quatre niveaux de rendement possibles qui indiquent le degré de réalisation des attentes du curriculum.

Intelligences multiples. Méthode de classification des différentes compétences intellectuelles humaines, qui a été élaborée par Howard Gardner (1993). Les intelligences sont classifiées ainsi :

- intelligence linguistique
- intelligence logico-mathématique
- intelligence spatiale
- intelligence corporelle-kinesthésique
- intelligence musicale
- intelligence interpersonnelle

Intervention. Le fait de donner de l'aide aux enfants qui sont à risque ou qui ont des besoins particuliers qui peuvent entraver leur développement. Les mesures d'intervention peuvent être correctives ou préventives.

Leader pédagogique. Une enseignante ou un enseignant qui se tient au courant des idées et des pratiques actuelles en matière d'enseignement et qui comprend les méthodes, les pratiques exemplaires et les modèles les plus récents en enseignement. Le leader pédagogique est en mesure de guider les autres enseignantes et enseignants.

Matériel de manipulation (matériel concret). Objets que les élèves peuvent manipuler et utiliser pour construire leur compréhension des concepts et des habiletés mathématiques et pour illustrer leur compréhension. Voici quelques exemples de matériel de manipulation : matériel en base 10, cubes emboîtables, ensembles de construction, dés, jeux, géoplans, solides géométriques, grilles de nombres, rubans à mesurer, droites numériques, mosaïques géométriques, toupies et carreaux.

Mesures correctives. Méthodes d'enseignement spécifiques pour aider les élèves qui ont des difficultés à atteindre un niveau de rendement établi.

Modèle. La représentation d'une idée. Il peut s'agir d'un modèle physique, qui peut avoir été fait avec du matériel de manipulation ou un dessin, entre autres.

Montrer par l'exemple. Démontrer à l'apprenante ou l'apprenant la façon d'accomplir une tâche. Souvent, lorsque l'on montre par l'exemple, on réfléchit tout haut ou on décrit les étapes de la tâche.

Niveaux de rendement. Les quatre niveaux de réalisation des attentes du curriculum provincial. Ceux-ci sont décrits dans la grille d'évaluation présentée dans les programmes-cadres du curriculum. Le niveau 3 constitue la norme provinciale. Il correspond au niveau de réalisation des attentes provinciales que l'on s'attend des élèves d'une année d'études donnée. Les parents des élèves ayant obtenu un rendement de niveau 3 savent que leurs enfants seront bien préparés pour l'année d'études suivante.

Pédagogie. L'étude de l'enseignement.

Perfectionnement professionnel. Les possibilités qu'ont les enseignantes et enseignants d'accroître leurs connaissances pour améliorer leur apprentissage et leur enseignement. Le perfectionnement professionnel peut se faire, par exemple, au moyen de la recherche-action, de la participation à des ateliers, de la tenue d'un journal ou de la participation à des cours.

Représentation. Le fait de présenter un concept ou une relation mathématiques sous une certaine forme; la forme sous laquelle un concept ou une relation mathématiques sont présentés. Les élèves représentent leur réflexion sur les idées mathématiques ainsi que leur compréhension en parlant, en écrivant, en faisant des gestes ou des dessins et en utilisant des symboles conventionnels ou inventés.

Résolution de problèmes. Le fait d'entreprendre une tâche dont la solution n'est pas évidente ni connue à l'avance. Pour résoudre le problème, les élèves doivent faire appel à leurs acquis, appliquer des stratégies diverses, établir des liens et tirer des conclusions. L'apprentissage par la recherche ou l'enquête est tout à fait naturel chez les jeunes enfants.

Soutien pédagogique structuré. Un encadrement qui aide les élèves à entreprendre la résolution d'un problème, par exemple le fait de leur donner des indices ou de subdiviser le problème en étapes. Il s'agit d'un appui temporaire qui peut être éliminé graduellement au fur et à mesure que les élèves développent leur propre aptitude à résoudre les problèmes.

Style d'apprentissage. Les différentes façons d'apprendre. Par exemple, un apprenant visuel a besoin de voir des représentations visuelles des concepts. Une apprenante auditive apprend mieux si elle reçoit des instructions orales, si elle prend part à des discussions, si elle peut parler des choses apprises et écouter ce que les autres ont à dire. Les apprenantes et apprenants tactiles et kinesthésiques apprennent mieux s'ils peuvent manipuler des objets et explorer activement le monde qui les entoure.

Tâche de performance. Une tâche d'évaluation qui invite les élèves à montrer ce qu'ils savent et peuvent faire. Il s'agit de tâches qui sont généralement authentiques, c'est-à-dire qu'elles représentent des défis et des problèmes réels. Une tâche de performance porte normalement autant sur le processus que sur le résultat.

Références

Ball, D.L. 2000. « Bridging practices: Intertwining content and pedagogy in teaching and learning to teach », *Journal of Teacher Education*, vol. 51, n° 3, p. 241–247.

Baroody, A.J. 1989. « Kindergartners' mental addition with single-digit combinations », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 20, p. 159–172.

Basile, C.G. 1999. « The outdoors as a context for mathematics in the early years », dans J.V. Copley, dir., *Mathematics in the early years*, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 156–161.

Bednarz, N. 2000. « Formation continue des enseignants en mathématiques : Une nécessaire prise en compte du contexte », dans P. Blouin et L. Gattuso, dir., *Didactique des mathématiques et formation des enseignants*, Mont-Royal (Québec), Modulo Éditeur, p. 61–78.

Berger, M.J., R. Giroux-Forgette et M. Bercier-Larivière. 2002. *Learning and assessment of mathematics among Ontario francophone students in the early years*. Consulté le 11 novembre 2002 sur le site Web de l'Office de la qualité et de la responsabilité en éducation, à http://www.eqao.com/eqao/home_page/pdf_e/02/02P028e.pdf.

Black, P. et D. William. Octobre 1998. « Inside the black box: Raising standards through classroom assessment », *Phi Delta Kappan*, p. 139–148.

Bowman, B.T., M.S. Donovan et M.S. Burns, dir. 2001. *Eager to learn: Educating our preschoolers*, Washington (DC), National Academy Press.

Brandt, R. 1991. « On interdisciplinary curriculum: A conversation with Heidi Hayes Jacobs », *Educational Leadership*, vol. 49, n° 2, p. 24–26.

Bredekamp, S., C.T. Bailey et A. Sadler. Juin et juillet 2000. *The 1999 National Survey of Child Development Associates (CDAs)*. Mémoire présenté au congrès de la Head Start National Research, Washington (DC).

Bredekamp, S. et C. Copple, dir. 1997. *Developmentally appropriate practice in early childhood programs*, éd. rév., Washington (DC), National Association for the Education of Young Children.

Bredekamp, S. et T. Rosegrant, dir. 1995. *Reaching potentials: Transforming early childhood curriculum and assessment*, vol. 2, Washington (DC), National Association for the Education of Young Children.

Burch, P. et J.P. Spillane. 2001. *Elementary school leadership strategies and subject matter: The cases of mathematics and literacy instruction*. Mémoire présenté aux réunions de l'American Educational Research Association, Seattle (WA).

Carlson, K., S.-S. Shobha et D. Ramiriz. 1999. *Leave no child behind: An examination of Chicago's most improved schools and the leadership strategies behind them*, Chicago Schools Academic Accountability Council.

Carpenter, T.P., E. Ansell, M.L. Franke, E. Fennema et L. Weisbeck. 1993. « Models of problem solving: A study of kindergarten children's problem-solving processes », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 24, n° 5, p. 428–441.

Carpenter, T.P. et E. Fennema. 1999. *Children's mathematics: Cognitively guided instruction*, Portsmouth (NH), Heinemann.

Carpenter, T.P., E.P. Fennema, L. Penelope, C.-P. Chiang et M. Loef. 1989. « Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study », *American Educational Research Journal*, vol. 26, n° 4, p. 499–531.

Clark, R. 1983. *Family life and school achievement: Why poor black children succeed and fail*, Chicago, University of Chicago Press.

Clarke, D., et B. Clarke. 2002. *Stories from the classrooms of successful mathematics teachers: Painting a picture of effective practice*. Mémoire présenté à des formateurs en calcul de base pour la petite enfance, Melbourne (Australie).

Clements, D.H. 1999. « Geometry and spatial thinking in young children », dans J.V. Copley, dir., *Mathematics in the early years*, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, Washington (DC); National Association for the Education of Young Children, p. 66–79.

Clements, D.H. 2000. *Geometric and spatial thinking in early childhood education*. Mémoire présenté à la réunion du National Council of Teachers of Mathematics, à San Francisco (CA).

Clements, D.H. 2001. « Mathematics in the preschool », *Teaching Children Mathematics*, vol. 7, n° 5, p. 270–275.

Clements, D.H. et J. Sarama. 2000. « Standards for preschoolers », *Teaching Children Mathematics*, vol. 7, n° 1, p. 38–41.

Clements, D.H., J. Sarama et A.-M. DiBiase, dir. *Engaging young children in mathematics: Findings of the 2000 National Conference on Standards for Preschool and Kindergarten Mathematics Education*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum. Sous presse.

Connelly, R., S. McPhail, B. Onslow et R. Sauer, dir. 1999. *Linking assessment and instruction: Primary years*, Ontario, Ontario Association of Mathematics Educators.

Copley, J.V. 1999. « Assessing the mathematical understanding of the young child », dans J.V. Copley, dir., *Mathematics in the early years*, Washington (DC), National Association for the Education of Young Children.

Copley, J.V. 2000. *The young child and mathematics*, Washington (DC), National Association for the Education of Young Children.

Darling-Hammond, L. et D.L. Ball. 2000. *Teaching for high standards: What policymakers need to know and be able to do*, Philadelphia (PA), University of Pennsylvania, Consortium for Policy Research in Education. Document du CPRE, n° JRE–04.

Day, C., A. Harris, M. Hadfield, H. Tolley et J. Beresford. 2000. *Leading schools in time of change*, Buckingham (Angleterre), Open University Press.

Dossey, J.A., I.V.S. Mullis, M.M. Lindquist et D.L. Chambers. 1998. *The mathematics report card: Trends and achievement based on the 1986 national assessment*, Princeton (NJ), Educational Testing Service.

Earl, L., M. Fullan, K. Leithwood et N. Watson. 2000. *Watching and learning : OISE/UT evaluation of the implementation of the National Literacy and Numeracy Strategies*, avec la collaboration de D. Jantzi, B. Levin et N. Torrance, Ontario, OISE/UT.

Earl, L., B. Levin, K. Leithwood, M. Fullan et N. Watson. 2000. *Watching and learning 2: OISE/UT evaluation of the implementation of the National Literacy and Numeracy Strategies*, avec la collaboration de N. Torrance, D. Jantzi et B. Mascall, Ontario, OISE/UT.

Epstein, J.L. 1991. « Effects on student achievement of teachers' practices », dans S.B. Silver, dir., *Advances in reading/language research: Literacy through family, community, and school interaction*, vol. 5, Greenwich (CT), JAI Press, p. 261–276.

Fennema, E. 1972. « Models and mathematics », *Arithmetic Teacher*, vol. 19, n° 8, p. 635–640.

Fennema, E., T.P. Carpenter, M.L. Franke, L. Levi, V.R. Jacobs et S. Empson. 1996. « A longitudinal study of learning to use children's thinking in mathematics instruction », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 27, n° 4, p. 403–434.

Fullan, M.G. 1992. *Successful school improvement*, Toronto (Ontario), OISE Press.

Fuson, K. « Pre-K to grade 2 goals and standards: Achieving mastery for all », dans D.H. Clements, J. Sarama et A.-M. DiBiase, dir., *Engaging young children in mathematics: Findings of the 2000 National Conference on Standards for Preschool and Kindergarten Mathematics Education*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum. Sous presse.

Fuson, K.C., W.M. Carroll et J.V. Drueck. 2000. « Achievement results for second and third graders using the standards-based curriculum », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 31, p. 277–295.

Fuson, K.C., Y. De La Cruz, S. Smith, A. Lo Cicero, K. Hudson, P. Ron et R. Steeby. 2000. « Blending the best of the twentieth century to achieve a mathematics equity pedagogy in the twenty-first century », dans J. Burke, dir., *Learning mathematics for a new century*, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 197–212.

Gadanidis, G., C. Hoogland et B. Hill. 2002. *Mathematical romance: Elementary teachers' aesthetic online experiences*. Mémoire présenté au 26e congrès de l'International Group for the Psychology of Mathematics Education, University of East Anglia.

Gardner, Howard. 1993. *Multiple intelligences: The theory in practice*, New York, Basic.

Ginsburg, H.P. et J. Baron. 1993. « Cognition: Young children's construction of mathematics », dans R.J. Jensen, dir., *Research ideas for the classroom, Early childhood mathematics*, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. xii.

Ginsburg, H.P. et K.H. Seo. 2000. « Preschoolers' mathematical reading », *Teaching Children Mathematics*, vol. 4, n° 7, p. 226–229.

Ginsburg, H.P. et K.H. Seo. « What is developmentally appropriate in early childhood mathematics? », dans D.H. Clements, J. Sarama et A.-M. DiBiase, dir., *Engaging young children in mathematics: Findings of the 2000 National Conference on Standards for Preschool and Kindergarten Mathematics Education*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum. Sous presse.

Glass, J. 1977. « An evaluation of a parental involvement program », *Dissertation Abstracts International*, vol. 38. Thèse de doctorat, Georgia State University.

Glickman, C.D. 2002. *Leadership for learning: How to help teachers succeed*, Alexandria (VA), Association for Supervision and Curriculum Development.

Griffin, S.A., R. Case et R.S. Siegler. 1994. « Rightstart: Providing the central conceptual prerequisites for first formal learning of arithmetic to students at risk for school failure », dans K. McGill, dir., *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice*, Boston (MA), MIT Press.

Groves, S. et K. Stacey. 1998. « Calculators in primary mathematics: Exploring number before teaching algorithms », dans L.J. Morrow, dir., *The teaching and learning of algorithms in school mathematics, 1998 yearbook*, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics.

Hayes, E.J., G.K. Cunningham et J.B. Robinson. 1977. « Counseling focus: Are parents necessary? », *Elementary School Guidance and Counselling*, vol. 12, p. 8–14.

Henderson, A.T. 1988. « Parents are a school's best friends », *Phi Delta Kappan*, vol. 70, nº 2, p. 148–153.

Henderson, A.T. et N. Berla. 1994. *The family is critical to student achievement*, Washington (DC), National Committee for Citizens in Education.

Hiebert, J.C. et T.P. Carpenter. 1992. « Learning and teaching with understanding », dans D.A. Grouws, dir., *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York, Macmillan, p. 65–97.

Hiebert, J.C., T.P. Carpenter, E. Fennema, K.C. Fuson, P.G. Human, H.G. Murray, A.I. Ollivier et D. Wearne. 1997. *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*, Portsmouth (NH), Heinemann.

House, P.A. 1990. « Mathematical connections: A long-overdue standard », *School Science and Mathematics*, vol. 90, p. 517–527.

Jalbert, P. 1997. « Le "portfolio scolaire" : une autre façon d'évaluer les apprentissages », *Vie pédagogique*, nº 103, p. 31–33.

Kamii, C.K. 1985. *Young children reinvent arithmetic: Implications of Piaget's theory*, New York (NY), Teachers College Press.

Kamii, C.K. et L.B. Housman. 1999. *Young children reinvent arithmetic: Implications of Piaget's theory*, New York (NY), Teachers College Press.

Kilpatrick, J., J. Swafford et B. Findell. 2001. *Adding it up: Helping children learn mathematics*, Washington (DC), National Academy Press.

Lataille-Démoré, D. 1996. *L'interdisciplinarité pédagogique*. Mémoire présenté à un symposium à l'Université de Moncton (Nouveau-Brunswick).

Lawler, R.W. 1981. « The progressive construction of mind », *Cognitive Science*, vol. 5, p. 1–30.

Lawson, A. Juillet 2002. *Supporting effective primary mathematics instruction*. Mémoire présenté à une réunion de la table ronde des experts en mathématiques au primaire, Toronto.

Leithwood, K., D. Jantzi et R. Steinbeck. 1999. *Changing leadership for changing times*, Buckingham (Angleterre), Open University Press.

Loucks-Horsley, S., P. Hewson, H. Love et K. Stiles. 1998. *Designing professional development for teachers of science and mathematics*, Thousand Oaks (CA), Corwin Press.

Mason, J., L. Burton et K. Stacey. 1982. *Thinking mathematically*, Londres (Angleterre), Addison-Wesley.

Maxim, G.W. Décembre 1989. « Developing preschool mathematical concepts », *Arithmetic Teacher*, vol., 37, n° 4, p. 36–41.

McCain, M.N. et J.F. Mustard. 1999. *Reversing the real brain drain: Early years study, final report*, Toronto (Ontario), Publications Ontario.

Murray, A. Juillet 2001. « Ideas on manipulative math for young children », *Young Children*, vol. 56, n° 4, p. 28–29.

Nantais, N. 1989. *La mini-entrevue : un nouvel outil d'évaluation de la compréhension mathématique au primaire*, Montréal (Québec), Les publications de la Faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal.

National Association for the Education of Young Children. 2002. *Early childhood mathematics: Promoting good beginnings*. Mémoire présenté par la National Association for the Education of Young Children (NAEYC) et le National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), Washington (DC), chez l'auteur.

National Council of Supervisors of Mathematics. 2000. *Supporting leaders in mathematics education: A source book of essentiel information*. Consulté le 21 janvier 2003 à l'adresse http://www.mathforum.org/ncsm/NCSMPublications/2000/sourcebook2000.html.

National Council of Teachers of Mathematics. 2000. *Principles and standards for school mathematics*, Reston (VA), chez l'auteur.

National Research Council. 1989. *Everybody counts: A report to the nation on the future of mathematics education*, Washington (DC), National Academy Press.

National Research Council. 1998. *How people learn: Brain, mind, experience and school*, Washington (DC), National Academy Press.

Newmann, F., B. King et P. Youngs. Août 2000. « Professional development that addresses school capacity », *American Journal of Education*, vol. 108, p. 259–299.

Newmann, F. et G. Wehlange. 1995. *Successful school restructuring*, Madison (WI), Centre on Organization and Restructuring of Schools.

Ontario. Ministère de l'Éducation et de la Formation. 1997. *Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Mathématiques*, Toronto, chez l'auteur.

Ontario. Ministère de l'Éducation et de la Formation. 1998. *Jardin d'enfants*, Toronto, chez l'auteur.

Outhred, L. Août 2002. *Count Me In Too*. Mémoire présenté à une réunion de la table ronde des experts en mathématiques au primaire, Toronto.

Pallascio, R., dir. 1990. *Mathématiquement vôtre : défis et perspectives pour l'enseignement des mathématiques*, Montréal (Québec), Agence D'ARC.

Payne, D. et T. Wolfson. Octobre 2000. « Teacher professional development: The principal's critical role », *National Association of Secondary School Principals Bulletin*, vol. 84, n° 618, p. 13–21.

Piaget, J. 1973. *To understand is to invent: The future of education*, New York (NY), Grossman.

Resnick, L.B. et S.F. Omanson. 1987. « Learning to understand arithmetic », dans R. Glaser, dir., *Advances in instructional psychology*, vol. 3, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum, p. 41–95.

Ross, J., A. Hogaboam-Gray, D. McDougall et C. Bruce. 2002. *The contribution of technology to mathematics education reform.* Mémoire présenté au congrès de l'American Educational Research Association, Nouvelle-Orléans (LA).

Sarama, J. et A.-M. DiBiase. « The professional development challenge in preschool mathematics » dans D.H. Clements, J. Sarama et A.-M. DiBiase, dir., *Engaging young children in mathematics: Findings of the 2000 National Conference on Standards for Preschool and Kindergarten Mathematics Education*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum. Sous presse.

Sebring, P. et A. Bryk. Février 2000. « School leadership and the bottom line in Chicago », *Phi Delta Kappan*, vol. 81, n° 6, p. 440–443.

Shulman, L.S. 1986. « Those who understand: Knowledge growth in teaching », *Educational Researcher*, vol. 15, n° 2, p. 4–14.

Shulman, L.S. 1987. « Knowledge and teaching: Foundations of the new reform », *Harvard Educational Review*, vol. 57, n° 1, p. 1–22.

Sophian, C. « A prospective developmental perspective on early mathematics instruction », dans D.H. Clements, J. Sarama et A-M. DiBiase, dir., *Engaging young children in mathematics: Findings of the 2000 National Conference on Standards for Preschool and Kindergarten Mathematics Education*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum. Sous presse.

Sowell, E.J. Novembre 1989. « Effects of manipulative materials in mathematics instruction », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 20, n° 5, p. 498–505.

Steffe, L.P. et P. Cobb. 1988. *Construction of arithmetical meanings and strategies*, New York (NY), Springer-Verlag.

Stein, J.K. et J. Bovalino. 2001. « Manipulatives: One piece of the puzzle », *Mathematics Teaching in the Middle School*, vol. 6, n° 6, p. 356–359.

Stenmark, J., dir. 1991. *Mathematics assessment: Myths, models, good questions, and practical suggestions*, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics.

Stigler, J.W. Octobre 1988. « Research into practice: The use of verbal explanation in Japanese and American classrooms », *Arithmetic Teacher*, p. 27–29.

Thomas, G. et J. Ward. 2001. *Exploring issues in mathematics education: An evaluation of the Early Numeracy Project 2001*, Ministère de l'Éducation de la Nouvelle-Zélande.

Thouin, M. 1993. « L'évaluation des apprentissages en mathématiques : une perspective constructiviste », *Mesure et évaluation en éducation*, vol. 16, n° 1–2, p. 47–64.

Van de Walle, J.A. 2001. *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*, 4e édition, New York (NY), Addison Wesley Longman.

Wearne, D. et J. Hiebert. 1988. « A cognitive approach to meaningful mathematics instruction: Testing a local theory using decimal numbers », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 19, p. 371–384.

Wright, R.J., J. Martland et A.K. Stafford. 2000. *Early numeracy: Assessment for teaching and intervention*, Londres (Angleterre), Paul Chapman.

Yackel, E. 2001. « Perspectives on arithmetic from classroom-based research in the United States of America », dans J. Anghileri, dir., *Principles in arithmetic teaching: Innovative approaches for the primary classroom*, Buckingham (Angleterre), Open University Press, p. 15–32.

Ministère de l'Éducation
Imprimé sur du papier recyclé
ISBN 0-7794-4090-0
02-251
© Imprimeur de la Reine de l'Ontario, 2003